

162-34492
FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

506

Année 1905

THÈSE

N°

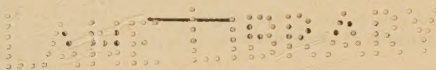
POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le jeudi 20 juillet 1905, à 1 heure

Par LÉON VANNIER

Né à Segré (Maine-et-Loire), le 31 octobre 1880.
Ancien interne pr. des hôpitaux de Paris.



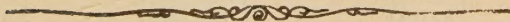
ÉTUDE RADIOSCOPIQUE

DE LA

FONCTION RESPIRATOIRE

Président : M. DEBOVE, professeur.

*Juges : MM. TROISIER,
JEANSELME, } agrégés.
BEZANÇON,*



PARIS

G. STEINHEIL, ÉDITEUR

2, RUE CASIMIR-DELAUVIGNE, 2

1905

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen	M. DEBOVE.
Professeurs	MM.
Anatomie	POIRIER.
Physiologie	CH. RICHET.
Physique médicale	GARIEL.
Chimie organique et chimie minérale	GAUTIER.
Histoire naturelle médicale	R. BLANCHARD.
Pathologie et thérapeutique générales	BOUCHARD.
Pathologie médicale	HUTINEL.
Pathologie chirurgicale	BRISAUD.
Anatomie pathologique	LANNELONGUE.
Histologie	CORNIL.
Opérations et appareils	MATHIAS DUVAL.
Pharmacologie et matière médicale	SEGOND.
Thérapeutique	POUCHET.
Hygiène	GILBERT.
Médecine légale	CHANTEMESSE.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	BROUARDEL.
Pathologie expérimentale et comparée	DEJERINE.
	ROGER.
	LANDOUZY.
	HAYEM.
Clinique médicale	DIEULAFOY.
	DEBOVE.
	GRANCHER.
Clinique des maladies des enfants	JOFFROY.
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale	GAUCHER.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	RAYMOND.
Clinique des maladies du système nerveux	LE DENTU.
Clinique chirurgicale	TERRIER.
	BERGER.
	RECLUS.
Clinique ophtalmologique	DE LAPERSONNE.
Clinique des maladies des voies urinaires	GUYON.
Clinique d'accouchements	PINARD.
Clinique gynécologique	BUDIN.
Clinique chirurgicale infantile	POZZI.
	KIRMISSON.

Agrégés en exercice

MM.	MM.	MM.	MM.
AUVRAY.	DESGREZ.	LAUNOIS.	POTOCKI.
BALTHAZARD.	DUPRÉ.	LEGRY.	PROUST.
BRANCA.	DUVAL.	LEGUEU.	RÉNON.
BRINDEAU.	FAURE.	LEPAGE.	RICHAUD.
BEZANÇON.	GOSSET.	MACAIGNE.	RIEFFEL. <i>Chef des travaux anatomiques</i>
BROCA (ANDRÉ).	GOUGET.	MAILLARD.	TEISSIER.
CARNOT.	GUIART.	MARION.	THIROLOIX.
CLAUDE.	JEANSELME.	MAUCLAIRE.	VAQUEZ.
CUNÉO.	LABBÉ.	MÉRY.	WALLICH.
DEMELIN.	LANGLOIS.	MORESTIN.	

Secrétaire de la faculté : M. GRISEZ.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

A MON PREMIER MAITRE:

MON FRÈRE: LE DOCTEUR E. VANNIER

A MES AMIS

Je n'oublierai jamais leur dévouement et les encouragements qu'ils m'ont apporté dans maintes circonstances pénibles; je leur dédie cette thèse en témoignage d'affectueuse reconnaissance.

A MES MAÎTRES
DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE D'ANGERS

M. LE DOCTEUR MONPROFIT
PROFESSEUR DE CLINIQUE CHIRURGICALE
CHIRURGIEN EN CHEF DE L'HÔTEL-DIEU

M. LE DOCTEUR THIBAUT
PROFESSEUR DE PATHOLOGIE INTERNE
MÉDECIN DE L'HÔTEL-DIEU

A MES MAÎTRES
DANS LES HÔPITAUX DE PARIS
M. LE PROFESSEUR GUYON
MEMBRE DE L'INSTITUT
CHIRURGIEN DE L'HÔPITAL NECKER
OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

M. LE PROFESSEUR TERRIER
CHIRURGIEN DE L'HÔPITAL DE LA Pitié
OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ JEANSELME
MÉDECIN DE L'HÔPITAL TENON

M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ LEGUEU
CHIRURGIEN DES HÔPITAUX

M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ GOSSET
CHIRURGIEN DES HÔPITAUX

M. LE DOCTEUR KLIPPEL
MÉDECIN DE L'HÔPITAL TENON

M. LE DOCTEUR APERT
MÉDECIN DES HÔPITAUX

M. LE DOCTEUR FAISANS
MÉDECIN DE L'HÔTEL-DIEU
OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

MM. LES PROFESSEURS AGRÉGÉS ALBARRAN ET PROUST

MM. LES DOCTEURS CAUSSADE, MICHON, COUDERT,
CATHELIN ET ISELIN

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. LE PROFESSEUR DEBOVE

DOYEN DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

MÉDECIN DE L'HÔPITAL BEAUJON

OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AVANT-PROPOS

Avant de commencer l'exposition de notre modeste travail, nous tenons à remercier particulièrement ceux de nos maîtres qui ont bien voulu pendant le cours de nos études, nous honorer de leur bienveillance et de leur amitié.

M. le D^r Thibault qui, dans des heures malheureusement trop courtes, nous enseigna au lit du malade, la méthode clinique et la conscience professionnelle, et qui nous prodigua toujours conseils et encouragements.

M. le D^r Monprofit, dont les paroles affectueuses et énergiques nous ont fait tant de bien dans des circonstances difficiles et dont le grand talent chirurgical a su nous épargner un immense chagrin.

Que ces deux maîtres veulent bien ne pas oublier leur jeune ami qui leur adresse ici l'hommage de sa profonde reconnaissance.

Je dois des remerciements particuliers :

A M. le professeur Guyon, qui voudra bien recevoir les hommages respectueux de son ancien élève qu'il accueillit avec tant de bonté dans son service.

A M. le professeur agrégé Jeanselme, qui veut bien me continuer le bienveillant intérêt qu'il m'a témoigné lorsque j'étais dans son service.

Que M. le Dr Guilleminot, dont je suis heureux d'être l'ami après avoir été l'élève, reçoive tous nos sincères remerciements. Il nous a donné l'idée de ce travail et il a dirigé nos recherches avec sa compétence technique bien connue. Nous le prions d'agréer ici l'hommage de notre profonde reconnaissance.

Nous avons été bien touché de l'extrême bienveillance avec laquelle nous a accueilli M. le professeur Debove qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre thèse. Nous le prions de recevoir, avec nos hommages respectueux, l'expression de nos sentiments reconnaissants.

INTRODUCTION

Quand en 1895, le professeur Röntgen découvrit à Wurtzbourg, les nouveaux rayons qui avaient la propriété de traverser les corps opaques, de suite les médecins songèrent à appliquer à leur art la nouvelle découverte. La radiographie, la radioscopie vinrent au secours du clinicien pour faciliter leurs diagnostics, et aujourd'hui, grâce aux rayons X, le doute ne peut plus habiter longtemps l'esprit du chirurgien ou celui du médecin en présence d'une fracture incomplète ou d'une tuberculose pulmonaire au début. « L'exploration du thorax à l'aide des rayons Röntgen est le mode d'examen qui, suivant la remarque du professeur Landouzy, mériterait le mieux le nom de sthétoscopie si Laënnec n'avait à jamais fixé le sens de cette appellation. »

Dans l'étude des affections thoraciques, grâce à la radioscopie, l'hypothèse clinique a disparu, faisant place à la détermination rigoureuse et scientifique des lésions que le malade peut présenter. Aujourd'hui, le médecin peut non seulement ausculter, il peut « voir », nous ajouterons même : il peut « prévoir ». La simple constatation des lésions anatomiques, rendues évidentes par l'inspection des ombres portées sur l'écran fluorescent ne doit plus seulement l'intéresser, il doit chercher à se rendre compte de la valeur physiologique des organes.

Déjà en 1898, le Dr Guillemainot avait entrepris cette étude, il avait publié de remarquables travaux sur la cinématoradiographie du thorax. Grâce à un appareil nécessaire au temps où les longues poses étaient indispensables, il avait pu impressionner la plaque automatiquement pendant les phases successives de la respiration ; il avait pu dissocier également par la radiographie les différentes phases de la révolution cardiaque. Actuellement, l'outillage plus perfectionné a permis à la radioscopie de prendre une place prépondérante dans la clinique. Dernièrement, notre excellent ami le Dr Chiron a pu montrer dans sa thèse, combien il était facile de déterminer exactement l'aire cardiaque par les rayons X. La mensuration de la surface du cœur faite chez le malade à différentes époques permet de suivre l'évolution morbide de cet organe et de se rendre compte des modifications de son état physiologique.

Nous avons eu l'idée d'appliquer la radioscopie à l'étude du fonctionnement de l'appareil respiratoire, cherchant à déterminer la valeur physiologique d'un poumon normal ou malade.

Poursuivant ce but, nous avons entrepris avec l'aide des rayons X, l'étude des mouvements respiratoires des côtes et du diaphragme, chez le sujet normal et dans certaines affections pathologiques du poumon, principalement dans la tuberculose.

Notre travail comprend deux parties :

- 1) L'étude des moyens employés pour cette étude ; instrumentation et technique.
- 2) Les résultats de nos investigations, résultats intéres-

sants à un triple point de vue : anatomique, physiologique et clinique.

En terminant ce court exposé de notre travail, nous sommes heureux de pouvoir remercier ici M. le professeur Grunmach (de Berlin), M. le D^r Schürmayer (de Berlin) et M. le D^r Jamin (d'Erlangen) qui nous ont fait l'honneur de correspondre avec nous et de nous communiquer leurs récents travaux. Nous tenons également à exprimer toute notre reconnaissance à M. le D^r Sieffert pour l'aimable obligeance avec laquelle il a bien voulu nous servir d'interprète auprès d'eux.

PREMIÈRE PARTIE

MÉTHODE D'EXAMEN

CHAPITRE PREMIER

Instrumentation et technique.

Les rayons Röntgen. — Les rayons X ou rayons Röntgen sont des radiations qui jouissent de la propriété de traverser des corps opaques à la lumière et d'agir sur certaines substances fluorescentes et sur les préparations photographiques. L'élément essentiel pour la production des rayons X est une ampoule de verre où l'air a été porté à un haut degré de raréfaction (fig. 1). Si le vide est très incomplet, nous avons un tube de Geissler ; en augmentant le vide, nous avons un tube de Crookes. Pour que le courant électrique puisse passer dans le tube, il porte à ses extrémités, deux conducteurs métalliques qui établissent une communication de l'extérieur à l'intérieur de l'ampoule : le conducteur destiné à être relié au pôle positif s'appelle *anode*, le conducteur destiné à être relié au pôle négatif a reçu le nom de *cathode*. La cathode est en aluminium, parce que l'aluminium est un des métaux qui subis-

sent le moins la « pulvérisation ». La pulvérisation ou évaporation cathodique consiste en l'exode de particules infiniment petites qui se détachent de la cathode pendant l'émission des rayons cathodiques et vont frapper les parois du tube auxquelles elles donnent une coloration noire (métallisation). L'anode est double ; anode proprement dite et anticathode reliées entre elles par un fil métallique : l'anticathode est en platine parce que sous le choc du faisceau cathodique elle est rapidement portée au rouge.

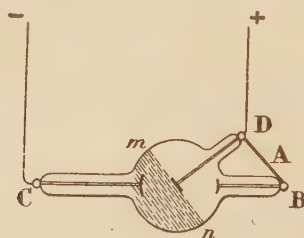


FIG. 1. — Ampoule.

L'ampoule ainsi disposée n'émettra de rayons que lorsqu'elle sera traversée par un courant. Mais comme les deux conducteurs qui traversent le verre de l'ampoule ne se rejoignent pas dans le tube, qu'ils sont séparés par une distance de plusieurs centimètres, il faudra pour que le courant puisse traverser cet espace, qu'il existe entre les deux électrodes une différence de potentiel suffisante. Les courants à haut voltage seuls pourront vaincre la résistance offerte par l'atmosphère très raréfiée de l'ampoule. Deux procédés nous permettent d'obtenir ces courants à haut voltage :

Ou bien nous pouvons l'emprunter aux machines stati-

ques qui pourront nous donner un courant de haut voltage jusqu'à 80 et 100.000 volts et plus, mais elles donnent ce courant en très petite quantité, à un tel point que leur débit se calcule en dixième de milliampère ;

Ou bien nous pouvons, au moyen d'appareils appropriés (bobines de Rhumkorf, transformateurs pour courants alternatifs), transformer l'électricité à fort ampérage, mais à bas voltage, que nous donnent les piles, les accumulateurs, les dynamos, en électricité à haut voltage, mais à bas ampérage. De même qu'en mécanique ce qu'on gagne en vitesse on le perd en force, de même en électricité on pourrait dire que ce qu'on gagne en volts on le perd en ampères.

Si possédant une source d'électricité à haut voltage nous appliquons le pôle positif à l'anode, le pôle négatif à la cathode, nous voyons le conducteur relié au pôle négatif émettre des rayons. Ces rayons ne sont pas les rayons X, ils ont des propriétés différentes : ce sont des *rayons cathodiques*. Que ces rayons cathodiques viennent se briser sur une surface quelconque : généralement métallique, petite et plate, inclinée à 45° degrés : ils émettent les *rayons X* ainsi réfléchis à angle droit.

Les rayons X se dérobent à nos sens. Nous en prenons connaissance de deux façons : par l'intermédiaire des substances fluorescentes qu'ils illuminent passagèrement, ou au moyen de plaques photographiques qu'ils impressionnent de façon durable. De là deux procédés d'utilisation des rayons X : *la radioscopie, la radiographie*.

La radioscopie est l'examen à l'aide d'un écran de carton recouvert d'une substance fluorescente, généralement

du platinocyanure de baryum, des ombres portées sur cet écran par les divers organes et les divers tissus du corps humain.

La radioscopie n'est que la fixation de ces mêmes ombres sur des plaques photographiques substituées à l'écran.

De ces deux procédés, nous avons choisi le premier dans l'étude qui nous occupe : nous n'avions pas à observer seulement l'état anatomique des organes respiratoires, mais bien leur état physiologique, leur élasticité, leur motilité. Nous aurions pu cependant étudier avec l'aide de la radiographie les mouvements du diaphragme et des côtes. Le Dr Guillemillot a dissocié les diverses phases de la respiration et de la révolution cardiaque à l'aide d'appareils qui lui ont permis d'obtenir des radiographies successives correspondant à une phase donnée. Actuellement d'ailleurs, grâce à la rapidité avec laquelle on peut obtenir les clichés radiographiques, on pourrait sans appareillage spécial, obtenir la représentation exacte des mouvements inspiratoires et expiratoires du thorax. Mais nous avons pensé être plus utile en employant des moyens simples, à la portée de tout le monde. La radiographie est une opération trop compliquée : la pose, le développement et la fixation des clichés, le tirage des épreuves exigent beaucoup de temps et de grands soins.

La radioscopie est simple et rapide : il suffit d'appliquer l'écran sur la région du malade que l'on veut examiner pour voir apparaître immédiatement l'ombre de la région. La position du malade peut être facilement modifiée pendant l'examen, il en est de même de l'ampoule dont les changements de position permettent de diriger les rayons

suivant diverses incidences et de voir la région sous différents aspects. Enfin, grand avantage, la radioscopie nous fait assister aux mouvements des organes projetés sur l'écran. La radioscopie est donc bien la méthode clinique par excellence, c'est elle que tout médecin peut et doit savoir pratiquer avec une installation relativement simple

Pratiquer un examen radioscopique est en effet une opération des plus simples : cependant la précision que l'on doit apporter dans l'observation des organes thoraciques rend nécessaire un matériel un peu spécial :

Ampoule. — La qualité des rayons X émise par une ampoule dépend essentiellement de la différence de potentiel qui existe entre les deux électrodes : plus la différence de potentiel sera élevée, plus les rayons produits seront pénétrants ; moins la différence de potentiel sera grande, moins les rayons produits seront pénétrants.

Cette différence de potentiel dépend elle-même de deux facteurs :

1° De la différence de potentiel existant entre les deux pôles de la source ;

2° De la résistance électrique de l'ampoule, celle-ci dépendant de deux facteurs capitaux :

a) De son mode de construction.

b) Du degré de raréfaction de son atmosphère intérieure.

On juge de la résistance des tubes par plusieurs procédés :

1) La mesure de l'étincelle équivalente ;

2) L'appréciation du pouvoir pénétrant des rayons (radio-chromomètre de Benoist) ;

3) La mesure du voltage au primaire de la bobine (Bergonié) ;

4) Un nouveau dispositif d'Arsonval-Gaiffe permet de connaître exactement l'état d'un tube et de rendre comparables les mesures relatives à des tubes de différents modèles.

En pratique, nous devons retenir qu'un tube *dur* à atmosphère très raréfiée, donne des rayons très pénétrants, tandis qu'un tube *mou* à atmosphère moins raréfiée donne des rayons moins pénétrants. On est arrivé à classer ces rayons, à les mesurer grâce au *radiochromomètre de M. Benoist*, qui est composé d'un disque en aluminium présentant 12 segments variant de 1 à 12 millimètres d'épaisseur : au centre se trouve enchâssée une mince lame d'argent. En se plaçant dans l'obscurité derrière un écran de platinocyanure de baryum, on voit la lame d'argent placée au centre présentant une opacité, toujours la même, et autour, des segments plus clairs et plus sombres. Parmi ces segments il en est un qui se rapproche considérablement de la teinte présentée par la lame d'argent. Il suffit de voir le degré de ce segment dans l'échelle pour savoir que le tube donne des rayons de telle ou telle manière (1). Un tube étant d'autant plus résistant au passage du courant qu'il est plus dur, qu'il émet des rayons de numéro plus élevé, il est reconnu que, pour un même tube,

(1) Rappelons que M. Benoist a fait construire un radiochromomètre avec secteurs d'aluminium croissant par demi-millimètre, ce qui permet d'effectuer des mesures précises dans certains cas.

une longueur déterminée d'étincelle fournie par le courant passant dans ce tube correspond toujours à un même numéro du radiochromomètre de Benoist : c'est ce qu'on appelle la notion de l'étincelle équivalente. M. Bécère a donné le nom de *spintermètre* à un appareil très pratique (fig. 2) destiné à mesurer la longueur d'étincelle, opération facilement praticable à tout moment de l'examen. Pour un tube dur, l'étincelle équivalente sera longue ; pour un tube mou elle sera beaucoup plus courte.

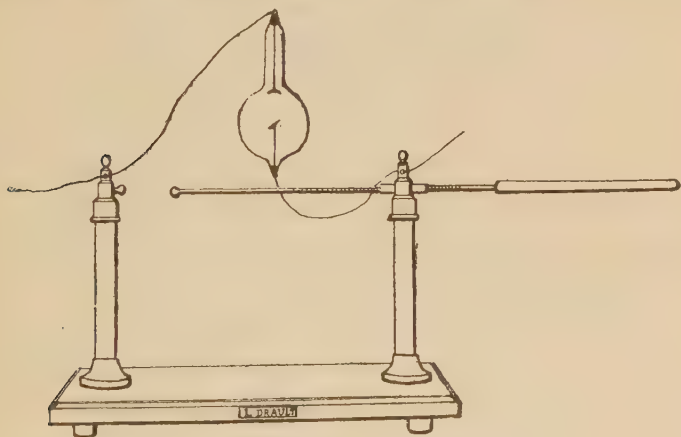


FIG. 2. — Spintermètre du Dr Bécère.

Réglage de l'ampoule. — Deux sortes d'ampoules existent ; les ampoules non réglables, les ampoules réglables.

AMPOULES NON RÉGLABLES. — Les premières sont celles dans lesquelles on a une fois pour toutes raréfié l'atmosphère intérieure, dont on ne peut plus modifier le degré de vide sinon partiellement ou imparfaitement. Ce sont des ampoules, qu'il suffit de laisser reposer pour les ramollir, mais à mesure qu'elles vieillissent, il leur faut un repos

plus prolongé, et bientôt il devient impossible de les ramollir d'une façon appréciable. La chaleur est un procédé excellent pour diminuer la résistance de ces ampoules, mais il n'a qu'un temps : les parois de l'ampoule portées à 100 et 150 degrés émettent en effet des particules de gaz.

AMPOULES RÉGLABLES. — Les ampoules réglables seules, c'est-à-dire celles dont on peut modifier à volonté le degré de raréfaction intérieure, doivent être employées en radiologie, les autres ne donnant jamais que des résultats médiocres. Elles se divisent en deux catégories :

1° Ampoules réglables dans un sens ;

2° Ampoules réglables dans les deux sens.

A. *Ampoules réglables dans un sens.* — On peut les ramollir quand elles sont devenues trop dures, on peut leur ajouter des gaz quand elles en ont perdu, mais on ne peut les durcir.

a) Le type des ampoules de cette catégorie est l'ampoule à la potasse. On chauffe avec une lampe à alcool un petit ajutage communiquant avec l'appareil qui renferme de la potasse. On fait ainsi dégager à cette substance une partie de la vapeur d'eau qu'elle avait absorbée et on voit ainsi l'ampoule devenir moins résistante et donner des rayons moins pénétrants. Un inconvénient existe : au bout d'un certain temps la potasse ne dégage plus de vapeur d'eau.

b) Un autre type est représenté par le tube de Drissler.

Le tube de Drissler est une ampoule à type bianodique qui présente une tubulure latérale permettant de dériver à volonté le courant en le faisant passer par deux disques métalliques mis en regard l'un de l'autre et renfermant

entre eux une lame de mica. Quand le courant passe par cette voie dérivée, la lame de mica criblée d'étincelles, laisse échapper des molécules de gaz qui diminuent le degré de vide de l'ampoule.

B. *Ampoules réglables dans les deux sens.* — Ce sont celles qu'on peut à volonté ramollir si elles sont devenues trop dures ou durcir si elles sont devenues trop molles, auxquelles on peut, en un mot, ajouter ou retirer du

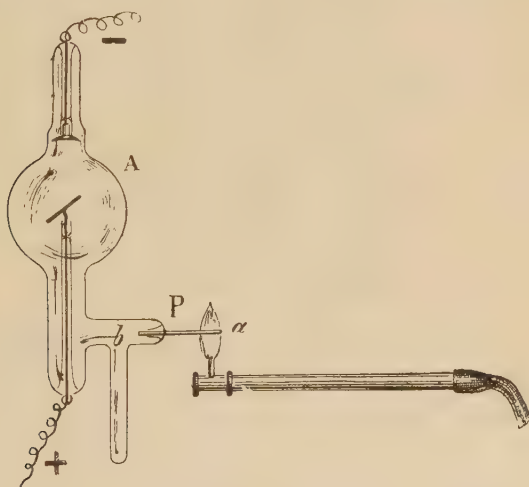


FIG. 3. — Ampoule à osmo-régulateur de Villard.
Ramollissement de l'ampoule.

gaz. Elles ont été imaginées par un physicien : M. Villard, elles sont connues sous le nom d'*ampoules à osmo-régulateur de Villard*. Elles ne diffèrent des autres que par l'adjonction d'un ajutage latéral en verre. Celui-ci communique, d'une part, avec la cavité de l'ampoule et porte d'autre part, un petit tube de platine fermé à son extrémité libre et dont l'extrémité ouverte communique avec

la cavité de l'ampoule. Le platine porté au rouge devient perméable à l'hydrogène et à l'hydrogène seul ; par conséquent si l'on chauffe le platine avec une flamme, l'hydrogène seul pénètre dans l'ampoule, passant à travers la paroi de l'osmo-régulateur, comme à travers une cloison poreuse. L'ampoule devient alors moins résistante (fig. 2).

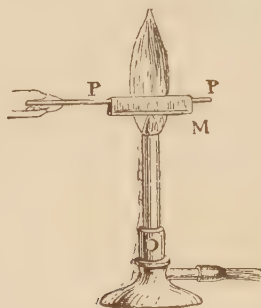


FIG. 4. — Ampoule à osmo-régulateur de Villard.
Durcissement de l'ampoule.

Quand, au contraire, on veut augmenter la résistance du tube, l'osmo-régulateur est coiffé d'un petit manchon de platine que l'on porte au rouge. Ce manchon devient perméable ; l'osmo-régulateur à l'intérieur du manchon est chauffé au rouge également et devient par la suite perméable à l'hydrogène ; mais l'osmo-régulateur étant dans un courant d'air et non plus directement chauffé : une fraction de l'hydrogène contenu dans l'ampoule sort à travers la paroi de l'osmo-régulateur et l'ampoule devient plus résistante qu'elle n'était (fig. 3). On peut donc à volonté durcir et ramollir l'ampoule.

En pratique, pour les examens du thorax, on se servira d'un tube de Crookes produisant des rayons assez mous

on doit choisir des rayons marquant 5 à 6 au radiochromomètre de Benoist.

Ecran. — L'écran doit avoir aussi une certaine dimension, afin qu'on puisse voir l'ombre de toute la surface thoracique ; on n'utilisera donc qu'un écran ayant un minimum de 60 centimètres de longueur, sur 35 centimètres de largeur.

Support d'ampoule. — Nombreux sont les supports d'ampoule, qui ont été construits, mais, au début de leur apparition, ils avaient un gros inconvénient : l'ampoule mobile en tous sens n'était pas mobilisable au gré de l'observateur.

Or pour explorer le poumon, les mouvements des côtes et du diaphragme, de même que pour déterminer l'étendue de la surface cardiaque, il faut pouvoir « manier le support comme on manierait un stéthoscope ». Sans interrompre l'examen, sans perdre de vue l'image fluoroscopique, il faut qu'on puisse frapper la région intéressante successivement sous toutes ses incidences et revenir vingt fois s'il est utile à une position donnée : tout cela avec la plus grande facilité et sans déplacer le sujet. Toutes ces conditions sont remplies par le déplacement du tube.

Mais ce déplacement ne doit pas être quelconque, il doit se faire dans un plan parallèle au plan du corps ou plus exactement, dans un plan parallèle au plan d'examen de l'organe étudié, car, si l'on veut comparer entre elles les ombres projetées sous diverses incidences et revenir plusieurs fois à la même projection, il faut que la distance de l'ampoule reste la même. Ce sont toutes ces considérations qui ont amené le Dr Guilleminot à construire un châssis porte-tube mobile dans un plan donné.

Châssis porte-tube Guillemillot. — Le support à tube mobile, le premier en date, est celui qui fut construit par le Dr Guillemillot, au laboratoire du professeur Bouchard en 1898, présenté par l'auteur au Congrès de Boulogne en 1899 (fig. 4). Ce châssis porte-tube est vertical. Il se compose essentiellement d'un cadre rectangulaire à grand axe horizontal, glissant verticalement le long de deux mon-



FIG. 5. — Châssis porte-tube Guillemillot.

tants qui forment la charpente de l'appareil et qui mesurent environ 1 m. 90. A l'intérieur de ce cadre glisse, de droite à gauche et inversement, un second cadre à peu près carré muni d'une pince porte-ampoule.

Le mouvement ascendant ou descendant du grand cadre est commandé par un cordon de tirage qui se meut sur

quatre poulies de rappel et dont la partie externe en dehors d'un montant de l'appareil est accessible facilement à la main. Un contre-poids permet de placer sans effort le cadre dans toutes les positions, où il se maintient de lui-même.

Ce mouvement de latéralité du petit cadre est commandé par un second cordon de tirage glissant sur six poulies de rappel. Dans les mouvements d'ascension ou de descente du grand cadre ce deuxième cordon glisse sur ses poulies très mobiles, et le petit cadre ne subit aucun déplacement latéral. Au contraire, quand on agit sur ce cordon, le petit cadre seul entre en mouvement, grâce à sa grande mobilité, le grand cadre restant à la même hauteur.

Tel est, dans toute sa simplicité, le châssis-support du D^r Guillemot qui répond bien à toutes les conditions énoncées plus haut : aussi est-ce l'appareil de choix dans la radioscopie de précision.

Modifications du D^r Béclère. — Le D^r Beclère y a apporté quelques modifications.

a) Il a ajouté un diaphragme-iris en plomb que l'on place devant l'ampoule. Ce diaphragme permet de restreindre à volonté le champ d'éclairement et de donner sur l'écran une image nette dont la forme et les dimensions diffèrent le moins possible de celle de l'organe qu'elle représente : c'est là une adjonction heureuse et particulièrement utile pour l'examen d'un sujet obèse.

b) Il a de plus adapté au châssis vertical un support d'écran. Deux équerres fixées à la partie supérieure du châssis supportant, par l'intermédiaire de poulies de rappel, l'écran qui vient se placer naturellement dans un plan

parallèle au châssis. Ce support d'écran, pratique pour la radioscopie qualitative, ne suffit plus dans certains examens où le parallélisme doit être rigoureux et la position de l'écran absolument fixe. L'écran devra être soutenu par deux tiges de fer parallèles au châssis.

c) Enfin, comme dernière modification le Dr Bécclère a rendu basculable le centre moyen du châssis portetube, ce qui permet de l'employer pour l'examen du sujet couché. Mais il a dû abandonner la transmission du mouvement de latéralité pour cordons de tirage.

Tout récemment, Radiguet vient de faire construire un modèle dans lequel la transmission est conservée grâce à un ingénieux dispositif de poulies.

Indicateur d'incidence. — Mais dans tout examen radioscopique de précision, un instrument est absolument indispensable pour interpréter avec justesse les ombres projetées sur l'écran fluorescent. Ces ombres en effet, provenant de corps opaques situés dans des plans différents varient à l'infini dans leurs dimensions, leurs formes, leurs rapports suivant l'incidence variable des rayons Röntgen en chacun des points de l'écran. Il est de toute nécessité de savoir comment on doit placer le sujet, comment on doit éclairer pour avoir le moins de déformation possible : il faut, en un mot, connaître la direction du *rayon normal*. Le rayon normal est le rayon perpendiculaire au plan du châssis, perpendiculaire au plan d'examen du sujet et perpendiculaire au plan de l'écran. Cette direction nous est donnée par l'indicateur d'incidence.

Différents appareils ont été construits dans ce but. En Allemagne, les médecins se servent d'un dispositif ima-

giné par le professeur Moritz en 1898 : un anneau métallique, de plomb de préférence, placé en avant de l'anticathode donne la direction du rayon normal, le centre de l'anneau correspondant au point d'incidence normale. En France, on emploie couramment un moyen plus simple, plus facile à manier et qui est encore le premier en date, celui du D^r Guilleminot. C'est en avant du

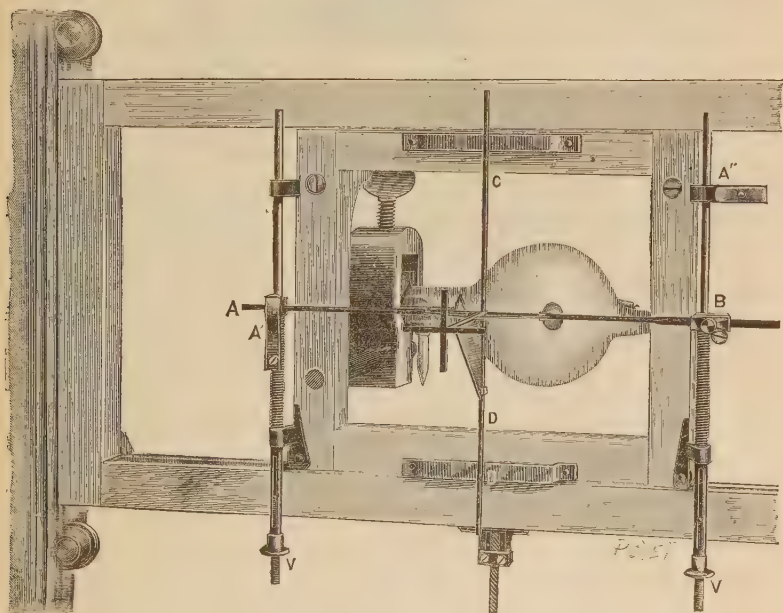


FIG. 6. — Indicateur d'incidence.

tube de Crookes que nous placerons cet instrument de réglage : simple croisée de fils métalliques dont le centre est sur le trajet du rayon normal et qui se trouve ainsi placée entre l'ampoule et le sujet à examiner (fig. 6). Plus fine que l'anneau du professeur Moritz, elle se voit aussi plus facilement, grâce au prolongement des branches dans les régions claires (fig. 7).

Pour régler cet indicateur, c'est-à-dire pour le mettre en place sur le rayon normal, on se sert d'un stylet perpendiculaire à son plan qu'on fixe au centre de la croisée

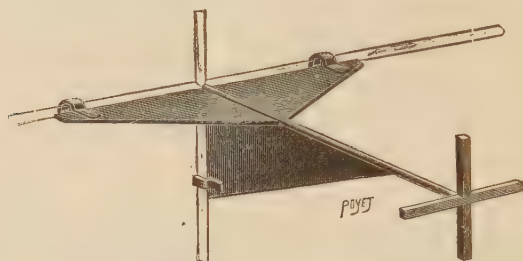


FIG. 7. — Radioguide d'éclairage.

et qui ne doit donner qu'un point d'ombre. Le Dr Bécère emploie un autre procédé : il se sert d'une seconde croisée de fils. On pourrait encore se servir du radiogonometre.

CHAPITRE II

Examen du sujet. — Orthodiagraphie.

§ 1. — Les appareils.

Connaissant maintenant tous les éléments dont nous avons besoin pour pratiquer l'examen radioscopique de l'appareil respiratoire ; nous adopterons pour cet examen la seule méthode qui puisse nous donner des résultats précis : *l'orthodiagraphie*.

L'orthodiagraphie est la méthode d'examen qui a pour but de projeter en grandeur vraie les ombres des organes, soit pour les mesurer, soit pour en conserver le graphique.

L'orthodiagraphie jusqu'à présent est un procédé exclusivement radioscopique. C'est à l'aide de l'écran fluorescent et non du cliché radiographique qu'on exécute les tracés orthogonaux. A cet effet des appareils spéciaux, les orthodiagraphes, sont nécessaires et sont essentiellement constitués par deux éléments :

1° Un tube de Crookes mobile dans un plan parallèle au plan d'examen et muni d'un indicateur d'incidence normale ;

2° Un dispositif d'inscription ou de mesure. On pourrait bien sans aucune instrumentation spéciale arriver à faire de l'orthodiagraphie. Lévy-Dorn a montré qu'avec un tube fixe on pouvait en déplaçant le sujet opérer ses men-

surations orthogonales, et Behn de Kiel a fait de la même façon des tracés sur la peau, cherchant à simplifier le dispositif du professeur Moritz. Mais il faut reconnaître que ces procédés ne sauraient convenir à des opérations précises et l'orthodiagraphie a justement pour but de rechercher la précision. On doit donc se résigner à l'emploi d'un appareillage spécial.

Les premiers orthodiagraphes ont été imaginés à peu près en même temps, en Allemagne par le professeur Moritz et en France dans le laboratoire du professeur Bouchard par le D^r Guillemainot.

Orthodiagraphe du professeur Moritz. — L'orthodiagraphe du professeur Moritz (fig. 8), ainsi qu'il l'a décrit dans

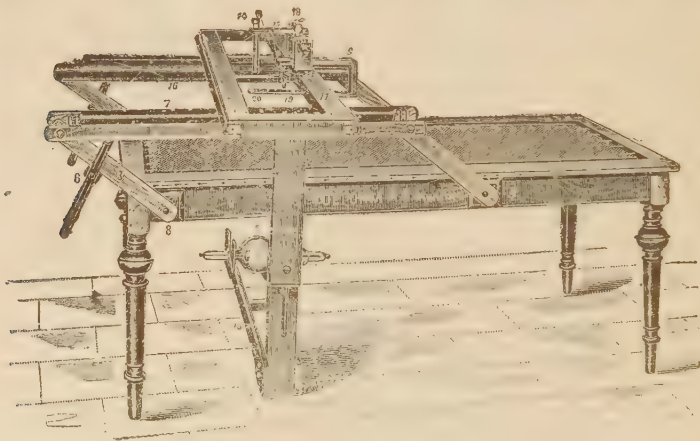


FIG. 8. — Orthodiagraphe du professeur Moritz.

le *Münch. medic. Wochenschrift* (n° 29, 1900), a le grand inconvénient de ne permettre l'examen que dans le décubitus horizontal. Dans cette position en effet, si la constatation des lésions pulmonaires est possible, si la détermi-

nation de l'aire cardiaque peut être effectuée, il n'en est pas de même de l'observation des mouvements des côtes et du diaphragme pour laquelle la station verticale est absolument nécessaire, étant la seule physiologique.

Orthodiagraphe du D^r Guillemainot. — L'appareil du D^r Guillemainot est un orthodiagraphe vertical (fig. 9). Il

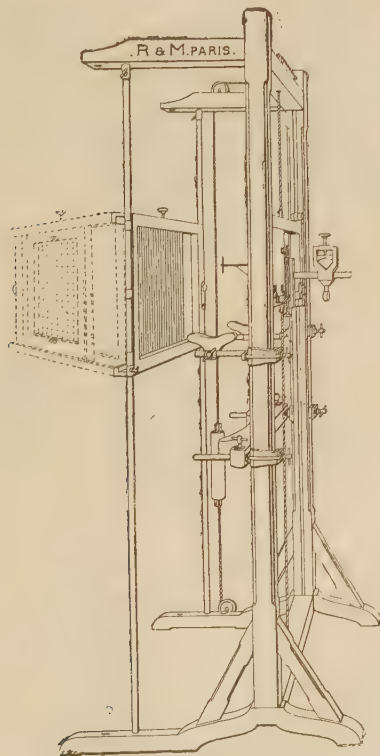


FIG. 9. — Orthodiagraphe au D^r Guillemainot.

consiste simplement dans l'adjonction d'un support d'écran au châssis à ampoule mobile servant pour les examens cliniques et que nous avons décrits plus haut. L'écran est

monté dans un cadre formant porte et soutenu par deux tiges de fer parallèles au châssis, tiges qu'on enlève à volonté.

Orthodiagraphes divers employés en Allemagne et en France. — A partir de 1900, les travaux sur l'orthodiagraphie se sont multipliés en Allemagne et de nombreux modèles d'orthodiagraphes ont été imaginés. Tous dérivent à peu près du principe de l'appareil du professeur Moritz, mais ils présentent le grand avantage de permettre l'examen dans la station verticale ; la mobilité du tube est obtenue par le jeu de deux bras de leviers articulés dans un même plan.

Ce sont par ordre d'apparition : l'appareil de Hirschmann, celui du professeur Grünmach construit par l'Allgemeine Electricitäts Gesellschaft (fig. 10 et 11). Ce dernier modèle permet d'opérer dans les deux positions verticale et horizontale. Le déplacement de l'ampoule se fait non par glissement, ni par le jeu de deux paires de rouleaux comme dans l'appareil de Moritz, mais par un système de double articulation. Signalons enfin l'appareil tout récent et plus pratique imaginé par Lévy-Dorn.

L'appareil est formé d'un pied de fonte très robuste dont le socle est muni de roulettes permettant de le déplacer facilement. Sur ce socle s'élève une colonne fixe portant à son extrémité toute la partie mobile de l'appareil, qui est équilibrée par un contre-poids. Le tube et l'écran sont liés, une fois pour toutes, au moyen d'une tige ronde et orientés de telle manière que le rayon normal vienne toucher au centre de l'écran fluorescent : le crayon qui est au-dessus de l'écran matérialisant ce rayon. On peut avec cet

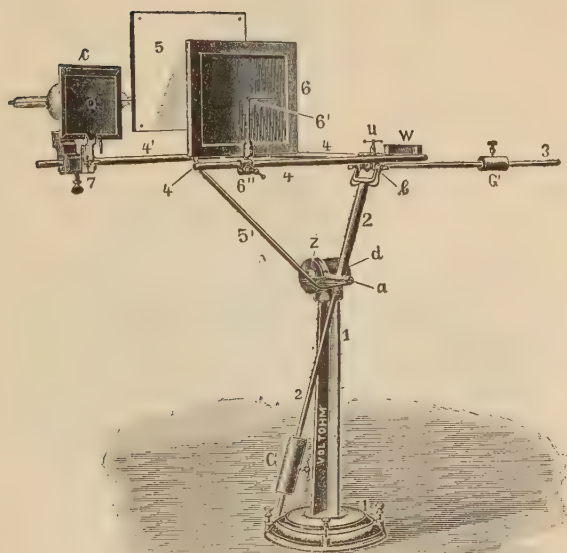
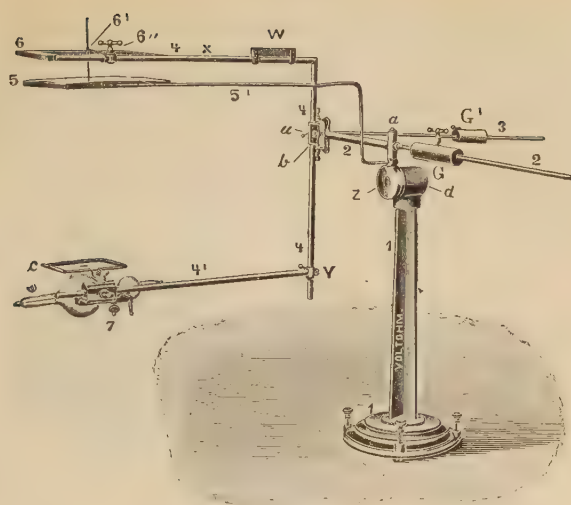


FIG. 10 et 11. — Orthodiagraph de la Voltomh Electricitäts Gesellschaft.
Vannier

appareil dessiner une image radioscopique en suivant avec le crayon une image de son contour sur une feuille de papier fixe placée contre l'écran. Enfin l'appareil peut se placer de telle manière qu'on puisse examiner aussi bien un

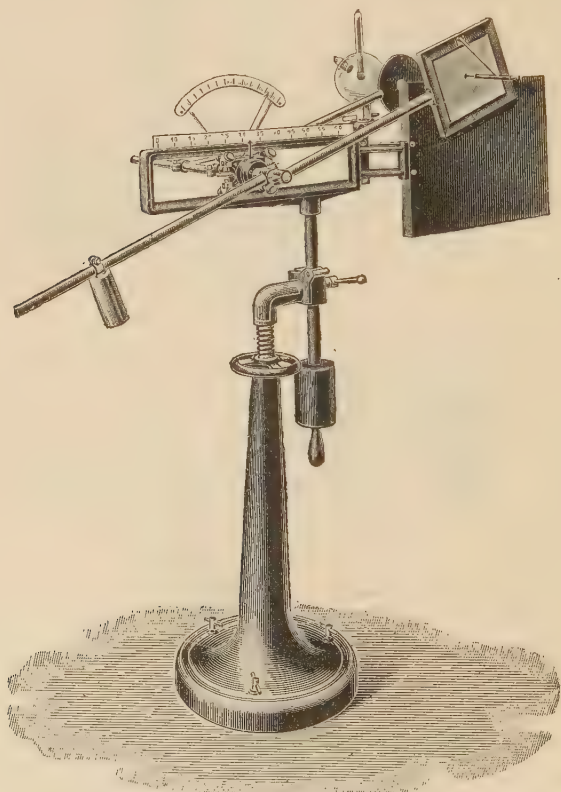


FIG. 12. — Orthodiagraphe de Lévy-Dorn (position verticale).

sujet placé verticalement (fig. 12) qu'un sujet placé horizontalement (fig. 13). Il suffit pour cela de faire tourner a glissière autour de son axe horizontal.

En France, on se sert généralement de l'orthodiagraphe du D^r Guilleminot. Cependant nous avons pu voir à la Société de physique, lors de son exposition annuelle d'avril, quelques orthodiagraphes nouveaux parmi lesquels nous citerons, l'appareil de M. Heller, celui de M. Drault, celui du D^r Destot.

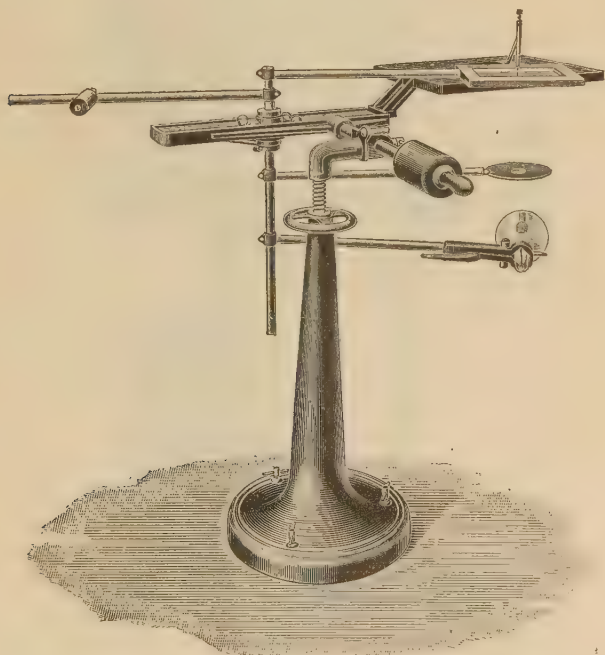


FIG. 13. — Orthodiagraphe de Lévy-Dorn (position horizontale).

L'appareil de M. Drault (fig. 14) se compose essentiellement d'un pied-support A B C extrêmement robuste, formé par une poutre quadrangulaire verticale fixée à une lourde plaque de fonte carrée (A) lui servant de pied et mobile sur roulettes. C'est le long de cette poutre que roule un

chriot vertical portant tout l'appareil de protection dans lequel le tube à rayons X est enfermé : l'ensemble est équilibré à l'aide d'un contre-poids logé dans l'intérieur de la poutre quadrangulaire.

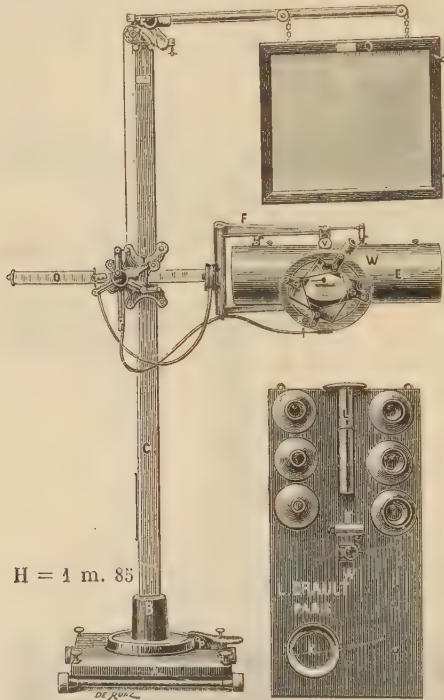


FIG. 14. — Orthodiagraphe de Drault.

Le Dr Destot (de Lyon) emploie l'appareil du professeur Grunmach, mais modifié de façon à pouvoir opérer dans la position inclinée favorable aux cardiaques (fig. 15). Tout l'orthodiagraphe se déplace verticalement le long d'un support à peu près semblable à celui précédemment

décrit ; il est équilibré également au moyen d'un contre-poids contenu dans la partie verticale du support. On déplace aisément tout l'orthodiagraphe au moyen d'une manivelle. L'ampoule et l'écran inscripteur rendus solidaires

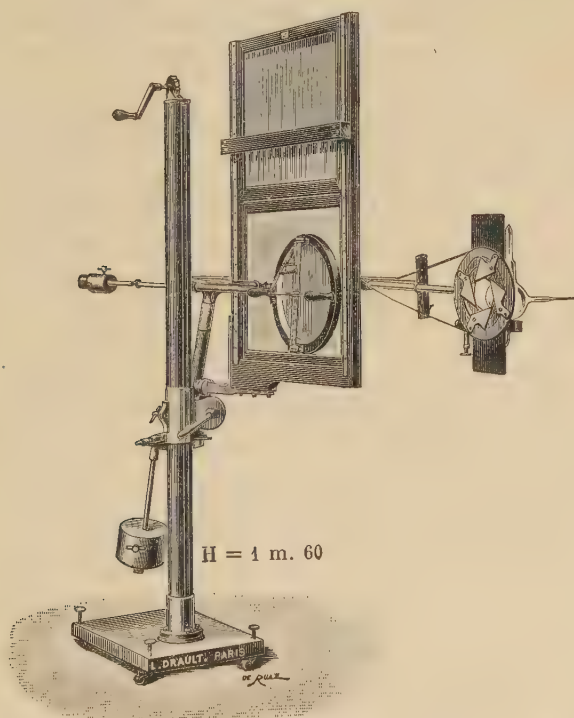


FIG. 15. — Orthodiagraphe de Destot.

et accordés se déplacent simultanément dans le plan d'inscription grâce à un tableau-système de suspension qui lui permet d'exécuter tous les mouvements dans la hauteur et dans la largeur. Ce dispositif permet de remplacer dans l'obscurité le grand écran qui sert à avoir une

vue d'ensemble du sujet examiné, par le petit écran inscripteur au-dessous duquel est placé le papier quadrillé sur lequel le crayon inscrit le contour des ombres.

§ 2. — Technique de l'examen. — Manuel opératoire de l'examen.

Dans nos recherches, nous avons employé l'appareil du D^r Guilleminot :

Le sujet se place entre le châssis porte-ampoule et le châssis porte-écran aussi parallèlement que possible au plan des deux châssis. A cet effet et pour éviter des déplacements involontaires, les montants verticaux du châssis porte-tube sont munis d'appuis-bras et d'un appui cintré du bassin. L'indicateur du rayon normal est placé devant l'ampoule. L'écran fluorescent étant à hauteur convenable, on fait passer le courant électrique dans l'ampoule de Crookes. A l'aide du cordon de tirage, on amène le rayon normal tangent aux organes que l'on veut examiner ; les côtes et le diaphragme. A l'aide d'un crayon Faber, on dessine sur le verre de l'écran quelques centimètres de contour à ce niveau. On amène le rayon normal dans un autre point, puis on recommence, observant attentivement côtes et diaphragme dans les extrêmes limites de leur parcours dans l'inspiration et dans l'expiration. On marque ainsi rapidement le milieu de la fourchette sternale projetée normalement, les limites latérales du thorax projetées de même, le contour orthogonal du cœur, les limites extrêmes d'ampliations du diaphragme et des côtes. Remarquons que la position donnée au malade est différente que

celle que lui assignait notre ami Chiron dans les observations qu'il a publiées sur la *Mensuration de l'aire cardiaque* (Thèse Paris, 1905). Le malade au lieu d'être tourné face à l'écran lui tourne le dos et regarde l'ampoule. C'est dans cette dernière position en effet que s'observent le plus exactement les mouvements physiologiques du diaphragme et des côtes et leurs modifications pathologiques. Tout étant alors noté sur l'écran, il suffit de prendre la décalque du tracé sur une feuille centimétrique en papier transparent.

DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE PREMIER

Possibilité d'étudier par la radioscopie la fonction respiratoire.

Les poumons peuvent être considérés au point de vue physiologique comme deux sacs à air renfermés dans une cavité dilatable : le thorax, dont ils suivent exactement toutes les variations de volume. Le jeu de cet appareil est assez comparable à celui d'un soufflet (sans soupape), dont la cavité intérieure aurait été tapissée d'un ballon de caoutchouc de plus petit volume qu'elle et amené à son contact. L'air extérieur est appelé par l'écartement des parois (c'est l'inspiration) ; il y aura si le jeu continue, renouvellement incessant de l'air dans la cavité intérieure : tel est l'acte de la ventilation pulmonaire. Cette association du poumon et de la cavité thoracique est représentée par le schéma classique de Funhe, dont la reproduction se trouve dans tous les traités de physiologie.

Pendant l'inspiration, la dilatation des parois thoraciques s'effectue sous l'influence des contractions des muscles inspireurs, en même temps qu'une force élastique

se trouve simultanément développée par la distension du poumon maintenu accolé à ses parois par l'intermédiaire des feuillets pleuraux. Pendant l'expiration, le thorax est ramené à sa position primitive par deux forces : la force élastique des parois détachées du thorax, la force élastique du poumon distendu. En somme, toute la mécanique respiratoire est sous l'influence de deux facteurs : l'élasticité du thorax et l'élasticité pulmonaire. Un rapport étroit les unit, aussi peut-on dire que l'élasticité pulmonaire est fonction de l'élasticité thoracique et réciproquement. La constatation de l'intégrité physiologique de l'une permet de conclure à l'intégrité de l'autre.

Etudier la fonction respiratoire revient à étudier l'élasticité pulmonaire et l'élasticité du thorax. Nombreuses sont les recherches qui ont été faites à ce sujet par les physiologistes et les cliniciens : nous pouvons ranger dans deux groupes les moyens qu'ils ont employés ; nous en discuterons la valeur.

§ 1. — Etude de l'élasticité thoracique. Les mouvements du thorax.

L'appréciation des changements de forme de la cage thoracique, soit en totalité, soit dans une des ses parties est d'un grand secours dans le diagnostic de la maladie : il en est de même de l'observation de ses mouvements. L'ampliation du thorax peut être conservée, modifiée, disparue. On peut l'apprécier soit en palpant à pleines mains le thorax du sujet en comparant plusieurs fois les deux côtés, soit en prenant le périmètre thoracique, au

niveau des mamelons, dans l'inspiration et l'expiration, soit enfin en employant l'appareil imaginé par Voillez : le cyrtomètre.

Nombreuses sont, dans ces observations, les causes d'erreur : l'appréciation varie avec chaque observateur ; le sujet peut être maigre, gras, musclé ou non ; la difficulté est encore accrue chez les femmes par le développement plus ou moins grand des seins et par la présence d'une adipose plus ou moins accentuée,

§ 2. — Etude de l'élasticité pulmonaire. Spirométrie.

Le plus ancien appareil connu est le spiromètre d'Hutchinson (1846). Nous n'avons pas à en faire la description ; rappelons seulement qu'il est fondé sur le même principe que le gazomètre à cloche des usines à gaz. Hutchinson, de même que les auteurs qui poursuivirent les mêmes recherches : Simon, Wintrich, Scheewogt, Hecht, Schnepf, Smith, Dupont, Mathieu, Boudin et Marchal, Waldenberg et Brumiche pour ne citer que les principaux, recherchèrent tous la *capacité vitale*, ce que Grehant appelle la *capacité respiratoire extrême*. C'est la quantité d'air qu'on obtient quand, après avoir fait une inspiration maxima, on expire tout l'air qu'il est possible d'expulser du poumon : c'est le volume d'air mis en mouvement par le jeu de l'inspiration et de l'expiration forcées.

On crut avoir trouvé dans la spirométrie une méthode précieuse d'investigation clinique, et Hecht en 1855 for-

mulait dans ces termes le résultat de ses observations : 1° la capacité vitale du poumon ne varie pas sensiblement chez les personnes qui se trouvent dans des conditions identiques de taille, d'âge et de sexe ; 2° toute personne qui ne jouit pas de la capacité vitale que comporte sa taille et chez laquelle cette diminution n'est pas expliquée par l'âge, le sexe ou une obésité trop considérable, doit être considérée comme infiniment prédisposée à la phtisie ; 3° dans la phtisie pulmonaire, la spirométrie donne des indications précieuses à une époque où les autres modes d'investigation n'apprennent rien ; 4° tout en appréciant à leur juste valeur la percussion, l'auscultation, etc., nous croyons que la spirométrie adoptée dans le diagnostic des maladies de poitrine y rendra de grands services.

Telles sont ces conclusions qui paraissent bien nettes et bien affirmatives. Cependant, actuellement, la spirométrie n'est plus guère employée en clinique, et M. Boiet dans une excellente thèse soutenue récemment, nous donne les raisons de cet abandon :

« La spirométrie a causé quelques déceptions ; la capacité vitale ne donne pas toute la mesure de la valeur pulmonaire. Elle dépend trop du sujet de l'expérience lui-même, c'est une affaire d'équation personnelle.

« L'on risque, en se servant du spiromètre, d'augmenter la capacité respiratoire. D'autres sujets, au contraire, ne donnent pas toute leur capacité et peuvent présenter une valeur capacitaire trop petite.

« Cette mesure n'est donc pas l'expression de la valeur du poumon, elle est insuffisante à renseigner sur l'état de la fonction de l'organe. »

Une autre méthode actuellement permet de déterminer la capacité pulmonaire : c'est l'ingénieuse méthode de Grehant. Elle repose sur le procédé physique connu sous le nom de *méthode des mélanges* et donne des résultats rigoureusement exacts. Elle recherche la capacité réelle du poumon : qui comprend : l'air de réserve et l'air résiduel. Elle seule peut fournir en effet dans ses modifications la mesure de la maladie. Mais nous pouvons regretter avec Regnard, que la détermination en soit si difficile. Le procédé de Grehant est d'une exactitude absolue, mais il est un peu compliqué, entraînant dans son application la nécessité d'une analyse endiométrique et des calculs. Il faut tenir compte en même temps des conditions de température et de pression pendant les expériences. Enfin il faut un terme de comparaison pour faire entrer en parallèle les chiffres obtenus chez les différents sujets et c'est, dans la difficulté d'établir ces rapports que réside une des plus graves objections à l'emploi de la spirométrie.

§ 3. — Application de la radioscopie.

L'emploi de la radioscopie évite tous ces ennuis et présente de multiples avantages. L'observateur peut se rendre compte dans le même temps, en quelques minutes, de l'état anatomique du poumon et de l'intégrité de son fonctionnement. Non seulement il peut fixer par la constatation des ombres sur l'écran le siège et l'étendue d'une lésion, mais il peut, d'un seul coup d'œil, connaître les modifications pathologiques que peuvent présenter les ganglions bronchiques et inter-trachéo-bronchiques, les plèvres, le

poumon, le cœur enfin dont-il peut même mesurer la surface (Cf. thèse Chiron, 1905). On a en somme une vue d'ensemble du médiastin et des organes qui l'entourent en constituant ses limites.

Par la radioscopie en outre, rien n'est plus facile que d'étudier les mouvements de la cage thoracique.

Le thorax, dans l'inspiration, s'agrandit suivant ses trois dimensions : dans le sens vertical, dans le sens antéro-postérieur, dans le sens transversal.

Dans le sens vertical, l'agrandissement se produit par l'effacement partiel de la voussure du diaphragme qui refoule au-dessous de lui les viscères abdominaux. Dans le sens antéro-postérieur, il se produit par l'élévation des côtes qui tendent à devenir horizontales, d'inclinées qu'elles étaient et s'éloignent de la colonne vertébrale en portant le sternum en avant. Dans le sens transversal, il se produit par la torsion ou rotation des côtes sur leurs articulations antérieures et postérieures en ramenant vers l'horizontale le plan incliné qui passe par leur bord.

L'ensemble de ces mouvements constitue l'élasticité thoracique. La mesure exacte par la radioscopie présente de grandes difficultés : en effet, il faudrait pour cela que nous puissions comparer les dimensions du thorax, considéré comme un solide géométrique, dans l'inspiration et l'expiration. Il faudrait d'abord établir ses dimensions, ses limites : rien n'est moins aisé. En effet, observons sur l'écran fluorescent l'image projetée d'un thorax : le contour latéral de la cage thoracique apparaît flou, le diamètre antéro-postérieur est impossible à apprécier exactement par l'examen sagittal : le diamètre vertical seul peut être

facilement constaté : et l'on peut même noter les variations de son étendue, dans l'inspiration et l'expiration.

Deux phénomènes mécaniques de la respiration peuvent cependant être étudiés qui nous permettent de nous rendre compte de la fonction respiratoire : 1° les mouvements du diaphragme ; 2° les mouvements des côtes. Il nous a été possible d'apprécier de ces deux sortes de mouvements, la forme et l'amplitude : nous avons pu même les mesurer.

TECHNIQUE DE L'EXAMEN. — Nous avons décrit (p. 38) le manuel opératoire général d'un examen radioscopique fait avec l'orthodiagraphe du D^r Guilleminot : deux points doivent être précisés dans la technique que nous avons suivie.

Pour l'observation du diaphragme on amène le rayon normal tangent à la courbure du diaphragme dans l'expiration, puis on marque un trait sur l'écran, abaissant alors l'ampoule et par suite le rayon normal on l'amène tangent au diaphragme dans l'inspiration ; on trace un autre trait sur l'écran. Il ne suffit plus alors que de relever les deux tracés obtenus sur un papier centimétrique. L'emploi du rayon normal est absolument nécessaire dans ces recherches, sinon les résultats se trouvent déformés. On comprend en effet, que si l'ampoule reste immobile dans le courant de l'examen, le point de tangence du rayon se déplace et roule sur la courbure du diaphragme dans les mouvements d'abaissement et d'élévation du muscle, de sorte que la projection de l'amplitude de diaphragmatique est augmentée, non seulement du fait de la projection conique, mais encore du fait du déplacement du point de tangence.

Il n'en est plus de même pour l'observation des côtes où il n'est pas indispensable d'obtenir, pour le résultat cherché, la silhouette orthogonale.

Si l'on voulait avoir l'aspect vrai de la cage thoracique, les rapports des côtes en arrière et en avant, il faudrait évidemment faire de l'orthodiagraphie. C'est d'ail-

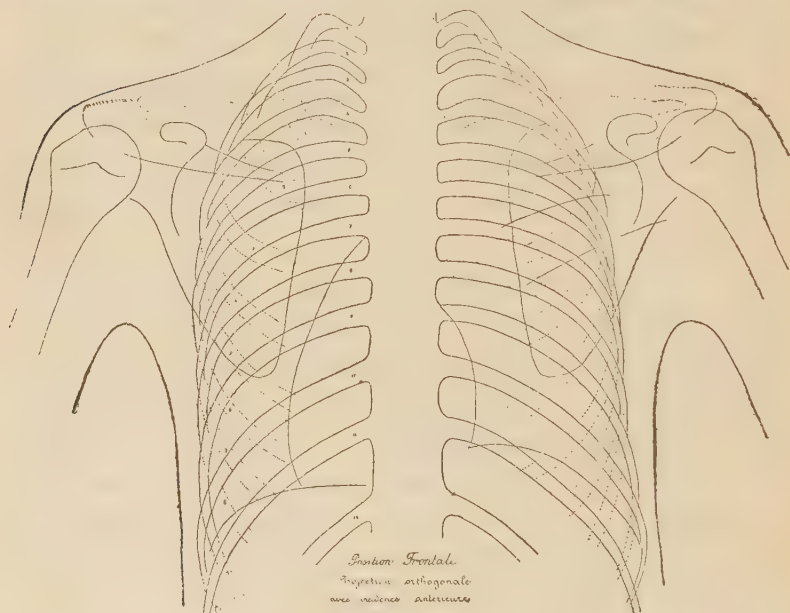


FIG. 16.

leurs ce qu'a fait le Dr Guillemainot qui a fait éditer pour servir de fiches d'observation des schémas orthogonaux de la cavité thoracique (fig. 16 et 17).

Ici aussi, on pourrait à la rigueur avec un très bon éclairage dessiner le bord supérieur d'une côte orthogonalement projeté au moyen de déplacements successifs de l'ampoule, faisant ainsi cheminer le rayon normal le long de

ce bord, opérant d'abord pendant les phases inspiratoires, puis pendant les phases expiratoires. Mais l'expérience nous a prouvé que les résultats obtenus ainsi sont mauvais et que l'opération est trop longue. Il est préférable de conserver une vue unique de la région, en éclairant normalement le milieu du rachis. Les ombres des côtes

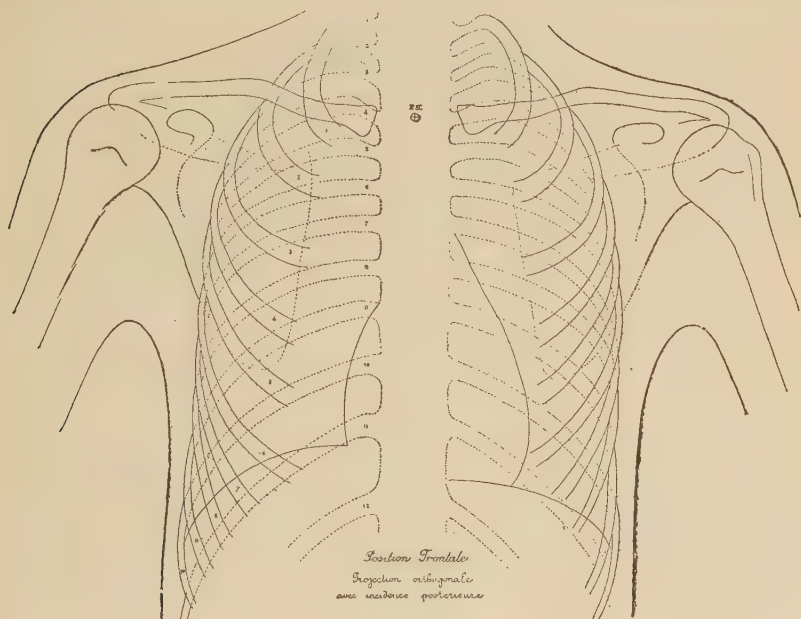


FIG. 17.

sont déjetées des deux côtés, mais elles le sont symétriquement et également à droite et à gauche. Il est alors facile, en plaçant le crayon dermatographique au niveau du bord supérieur d'une côte à 10 centimètres environ de la ligne médio-rachidienne et en ne considérant que la phase inspiratoire, de tracer rapidement de ce point jusqu'au rachis la silhouette de cette côte. Trois inspirations suffi-

sent pour toute cette manœuvre ; on opère de même dans l'expiration.

Tout l'ensemble de ces observations sur les côtes et sur le diaphragme se fait très rapidement, dans le même temps qu'on cherche à se rendre compte de l'existence d'une lésion pulmonaire.

CHAPITRE II

Etude radioscopique chez l'homme sain.

Au cours de nos examens radioscopiques, dont nous avons précédemment fait connaître la technique, nous avons été conduit à vérifier les assertions des auteurs qui se sont occupés de la question, à préciser certains points, et à faire nous-même des constatations qui, au point de vue anatomique et physiologique, présentent un grand intérêt.

Nous étudierons successivement : le diaphragme et les côtes.

A. — LE DIAPHRAGME

Le diaphragme est cette cloison musculo-aponévrotique qui occupe l'aire de la circonférence inférieure de la poitrine, véritable septum transversum qui sépare ainsi la cavité thoracique de la cavité abdominale. Etendu dans le sens transversal : des six dernières côtes droites aux six dernières côtes gauches ; dans le sens antéro-postérieur : de l'appendice xiphoïde et des cartilages des septièmes côtes au corps des trois premières vertèbres lombaires, le diaphragme joue un rôle très important dans la mécanique respiratoire puisqu'il produit l'agrandissement des différents diamètres du thorax. Observons-le à l'aide des rayons X et de l'écran fluorescent, nous pourrions étudier d'abord l'organe en place, ensuite, son fonctionnement.

§ 1. — **Le diaphragme en place : forme et direction.**

Le sujet peut être examiné vu de dos ou de face, l'ampoule étant tantôt antérieure par rapport à lui, tantôt postérieure. Il peut encore être observé latéralement, ou à l'aide d'un éclairage oblique.

Sur un sujet vu de dos ou de face, on voit que le diaphragme forme une voûte dont l'image n'est pas la même des deux côtés. A droite, où le muscle coiffe le foie et fait pour ainsi dire corps avec lui, l'écran nous montre une large région opaque dont la limite supérieure convexe est très nettement accusée. A gauche, le diaphragme recouvre l'extrémité supérieure de la rate, le lobe gauche du foie et entre ces deux organes, la grosse tubérosité de l'estomac : il apparaît comme une légère ombre intermédiaire aux deux zones transparentes du poumon situé au-dessus et de l'estomac situé au-dessous. La forme générale de l'ombre diaphragmatique est donc bien celle d'une voûte, mais d'une voûte qui, comme le fait très justement remarquer M. Béclère, est déprimée en son centre dans la plupart des sujets. Les rayons X permettent en effet de représenter le contour supérieur du diaphragme sous la forme de deux arcs latéraux à convexité supérieure, réunis par un arc médian à concavité supérieure. L'image obtenue correspond donc bien aux descriptions anatomiques qui considèrent le diaphragme comme un véritable muscle digastrique dont les deux corps musculaires repoussés en haut par les organes abdominaux sous-jacents, sont réunis par le centre phrénique légèrement déprimé par le cœur.

Nous avons pu remarquer de plus, avec le professeur, Maragliano, que la coupole diaphragmatique n'était pas dans tous ses points dans un même plan horizontal : et que au contraire, elle offrait une direction nettement oblique de droite à gauche et de haut en bas. Cette constatation devient encore plus évidente quand on fait respirer le sujet un peu profondément ; on s'aperçoit alors que, en dehors de la ligne mamelonnaire, la courbe qui limite le diaphragme s'abaisse plus à gauche qu'à droite. Cette différence est plus accentuée en arrière qu'en avant ; elle est donc plus facilement constatable quand on observe la partie postérieure du thorax. Mais jamais cette différence de position des deux côtés ne devient aussi grande que nous la voyons sur le cadavre, sur des coupes de sujets congelés (Schürmayer).

Si nous examinons maintenant le sujet latéralement, nous pourrions étudier la direction antéro-postérieure du diaphragme. Le diaphragme, pour les anatomistes, n'est pas horizontal, mais légèrement oblique de haut en bas et d'avant en arrière ; le degré d'obliquité étant donné par la ligne droite qui sépare l'appendice xiphoïde du corps de la troisième vertèbre lombaire. La radioscopie ne confirme pas cette opinion. Le diaphragme n'est pas oblique d'avant en arrière, il constitue une voûte qui représentée par un arc pourrait être sous-tendue par une corde imaginaire qui ne serait autre que la ligne précitée (Cf. fig. 18).

Tel est le résultat des intéressantes observations du Dr Schürmayer, de Berlin, qui a établi dernièrement une ingénieuse théorie sur le fonctionnement du diaphragme, théorie que nous exposerons plus loin.

§ 2. — Le fonctionnement du diaphragme.

Avant de chercher à observer les mouvements anormaux du diaphragme dans les affections thoraciques, il est de toute nécessité de se rendre compte de son fonctionnement normal. Des recherches ont été entreprises à ce sujet par Maragliano en 1897, qui a montré l'influence de la contraction diaphragmatique sur le changement de forme du cœur dans l'inspiration et l'expiration. Elles ont été faites d'une façon beaucoup plus complète par Holzknecht et de le Camp et reprises tout dernièrement par le Dr Schürmayer de Berlin, qui a bien voulu nous faire parvenir directement le résultat de ses observations qu'il a publiées au Congrès de Berlin d'avril 1905.

Le diaphragme est un muscle inspireur. Autrefois on admettait que lorsque le diaphragme se contractait, il agrandissait le diamètre vertical du thorax, mais que les insertions costales et sternales attirant les parois du thorax en dedans amenaient le rétrécissement des diamètres antéro-postérieur et transversal. Grâce aux travaux de Beau et Maissiat et de Duchenne de Boulogne, on est d'accord aujourd'hui sur les faits suivants :

1° *Le diaphragme agrandit la cavité thoracique en modifiant sa propre courbure*, cette modification est due à l'action des fibres costales, le diamètre vertical du thorax est agrandi ;

2° *Le diaphragme agrandit la cavité thoracique en s'abaissant* surtout en arrière d'une façon sensible ; mais les anatomistes de même, que les physiologistes, ne sont

pas d'accord sur la forme que prend le diaphragme dans sa contraction. Les uns, avec Fontana et Haller, veulent que dans les grandes inspirations il se renverse complètement et qu'il devienne convexe du côté de l'abdomen ; les autres, avec Testut et Poirier, pensent que chez le vivant le diaphragme observé pendant un mouvement d'inspiration présente grossièrement l'aspect d'un cône tronqué à sommet supérieur. Nous avons établi plus haut quelle était la forme exacte du muscle, ainsi que le montre l'examen radioscopique ;

3° *Le diaphragme agrandit la cavité thoracique en élevant les côtes* ; mais dans cet acte, un point d'appui est nécessaire pour pouvoir permettre au muscle de se contracter. Quel est ce point d'appui ? C'est ce que la radioscopie permet de déterminer.

Le mécanisme de l'élévation des côtes, s'il est indéniable, est difficile à expliquer, aussi a-t-il donné lieu à différentes hypothèses, que nous exposerons suivant l'ordre chronologique de leur apparition successive.

D'après Beau et Maissiat, le point d'appui nécessaire aux fibres charnues du diaphragme pour élever les côtes leur serait fourni par les connexions du centre phrénique et du péricarde. Ce dernier représenterait pour ces auteurs « le véritable tendon creux du diaphragme ».

Duchenne de Boulogne, reprenant une opinion déjà soutenue par Magendie, a vivement combattu cette théorie. Pour lui, le péricarde n'offre point au diaphragme un point d'appui suffisant pour lui permettre d'élever les côtes. En réalité ce point d'appui lui est fourni par les viscères abdominaux. Dans une série d'expériences en effet, en fai-

sant contracter le diaphragme chez des animaux préalablement éventrés, Duchenne a constaté de la façon la plus nette que les côtes étaient fortement attirées en dedans au lieu d'être portées en haut. Le point d'appui fourni par les viscères abdominaux ne pourrait favoriser le mouvement d'expansion des côtes diaphragmatiques, s'il ne se faisait sur la surface large et convexe de ces viscères. C'est en effet en vain que, sur des animaux éventrés, Duchenne a essayé de suppléer par des pressions directes à l'absence de viscères abdominaux.

Soulié, en 1895, revient à l'explication donnée par Beau et Maissiat et l'accepte complètement. « Le péricarde, écrit-il, est maintenu en position par un certain nombre de ligaments ; à son tour il sert d'organe fixateur au centre phrénique dont l'abaissement dans l'inspiration normale ne dépasse pas 5 millimètres (Hasse), aussi le nom de « tendon creux du diaphragme », que lui ont donné Beau et Maissiat convient-il parfaitement à son rôle. Cette fixité du péricarde au centre phrénique est, du reste, nécessaire pour éviter aux gros troncs artériels et aux vaisseaux des pédicules pulmonaires des tiraillements consécutifs à leur bon fonctionnement ».

En somme, deux opinions sont en présence, en contradiction formelle l'une avec l'autre : le diaphragme et le péricarde sont-ils intimement liés par des rapports à la fois anatomiques et physiologiques, sont-ils au contraire complètement indépendants ? La radioscopie d'abord, l'anatomie ensuite ont permis d'élucider complètement la question, et nous pouvons aujourd'hui adopter complètement l'explication de Duchenne de Boulogne : *le dia-*

phragme en se contractant prend point d'appui sur les viscères abdominaux.

a) **Preuves radioscopiques.** — **Espace clair sous-cardiaque.** — A la fin des inspirations profondes, l'ombre cardiaque se distingue dans une plus ou moins grande étendue de celle du foie et du diaphragme. Parfois même elle s'en détache complètement et en est séparée par une bande claire horizontale ; c'est ce qu'on appelle l'espace clair sous-cardiaque ou espace cardio-phrénique. A l'époque où ce fait fut observé en 1898, difficile était d'en donner l'explication ; on admettait en effet l'adhérence absolue du feuillet pariétal du péricarde au diaphragme, ce qui donnait à ce phénomène une apparence paradoxale. M. le professeur Bouchard l'expliquait cependant ainsi :

« Pendant l'abaissement forcé du diaphragme, la face inférieure du cœur ne touche plus le diaphragme que sur une étendue restreinte ; le péricarde, dans les portions où il recouvre la face antérieure et la face postérieure, se déprime et des deux côtés pénètre jusqu'à une certaine distance entre le cœur et le diaphragme, formant en avant et en arrière une gouttière horizontale dans laquelle pénètre à son tour le tissu pulmonaire.

« Les rayons de Röntgen n'ont plus alors à traverser à l'union du cœur et du diaphragme, qu'une épaisseur de tissus opaques moindres qu'au-dessous où le foie a toute son épaisseur. Il en résulte que, entre les deux ombres obscures, celle du cœur et celle du foie, il y a une ombre intermédiaire et beaucoup moins obscure qui est la zone claire que l'on voit sur l'écran. »

L'explication de M. le professeur Bouchard est bien

près de la vérité, elle est vérifiée en grande partie par des recherches anatomiques récentes.

b) **Preuves anatomiques.** — **Indépendance du péricarde et du diaphragme.** — Les anatomistes, pour expliquer la fixité du péricarde nécessaire à la théorie du « péricarde tendon creux du diaphragme », ont décrit avec grands détails, tout un système de ligaments suspenseurs, vertébro-péricardiques, sterno-costo-péricardiques. Successivement, Steckel, Leuchka, Merkel, Béraud, Teutleben, Soulié, se sont attachés à décrire les ligaments suspenseurs du péricarde et du diaphragme.

Tout récemment le professeur Poirier écrit, par contre, dans un article sur l'appareil séro-graisseux du cœur (*Presse médicale*, n° 18, 7 décembre 1904) : « Il ne faut plus parler du cône fibreux ou de la pyramide fibreuse qui formerait le péricarde, *non plus que du rôle mécanique attribué à tort au péricarde, tendon creux du diaphragme.* »

Des recherches que poursuit actuellement J.-P. Dupuy dans le laboratoire du professeur Poirier, il résulte que l'on a beaucoup exagéré l'importance anatomique et le volume des ligaments suspenseurs du péricarde. « Sur une quinzaine de thorax que j'ai examinés attentivement, malgré de longues recherches, je n'ai pu isoler un seul ligament vertébro-péricardique droit qui formât une lame fibreuse autonome. Le ligament vertébro-péricardique gauche, si minutieusement décrit par Béraud, peut se voir sur un sujet favorable, mais combien grêle ! Les ligaments sterno-costo-péricardiques de Le Dentu et Lannelongue, sont des tractus fibreux sans force. Je crois que l'on a exa-

géré l'importance de ces ligaments et qu'il est logiquement impossible de voir, dans ces grêles trousseaux fibreux, inconstants et de volume très variable, un appareil suspenseur du péricarde, luttant 16 fois par minute, contre les contractions du puissant muscle diaphragme tendant à abaisser son tendon » (1). Ces constatations très intéressantes, dont nous ne donnons à dessein qu'un aperçu très bref, seront développées dans la thèse prochaine de notre ami Dupuy. Elles nous permettent d'affirmer l'exactitude des observations radioscopiques.

En somme, le diaphragme dont la courbure est moulée sur celles des viscères abdominaux ne peut que faiblement modifier cette convexité, cette courbure, quand il se contracte ; il forme, comme le disait Mathias Duval, une sorte de piston convexe qui se meut dans le corps de pompe constitué par la cage thoracique.

Mais notre exposé du mécanisme de la contraction du diaphragme, de son fonctionnement, serait très incomplet si nous n'accordions une place importante à une théorie récente formulée par le D^r Schürmeyer (de Berlin) et qu'il a proposée au Congrès de la Société Balnéologique de Hufeland, dans un mémoire présenté en mars à Aix-la-Chapelle. Pour cet auteur, les mouvements du diaphragme se comportent de la façon suivante. « La fixation du muscle au sternum est située beaucoup plus haut que ses insertions lombaires. Il en résulte, l'éclairage étant latéral, une voussure dont le point antérieur sternal ne se trouve pas sur le même plan horizontal que le point lombaire

(1) Communication orale due à l'obligeance de M. J.-P. Dupuy, aide d'anatomie du professeur Poirier.

opposé (fig. 18). La composante moyenne du mouvement d'une telle voûte ne peut pas par conséquent tomber dans l'axe sagittal, perpendiculaire du corps. Effectivement, ainsi qu'on le voit dans l'image des rayons de Roëntgen, elle dévie de telle façon qu'une flèche représentant la composante médiane s'éloignerait de l'axe sagittal, se dirigeant vers la région ombilicale (fig. 18). Les organes qui

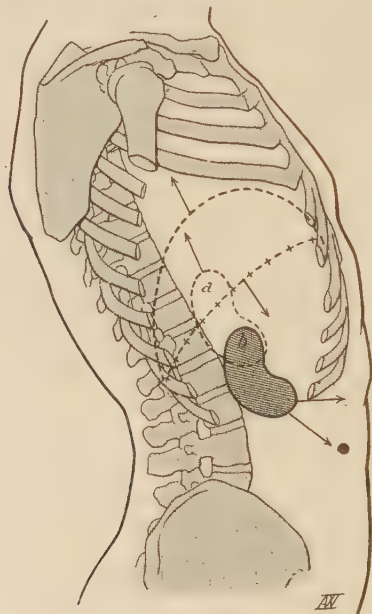


FIG. 18.

sont au contact du diaphragme, et avant tout le foie et l'estomac, ne peuvent se mouvoir que dans l'axe perpendiculaire du corps ; et, comme les deux systèmes ne sont pas congruants l'un avec l'autre, il se produit au cours du mouvement respiratoire du diaphragme un mouvement de glissement par rapport aux organes qui le touchent.

« Ce mouvement de glissement a une grande analogie avec un mouvement de poulie : la poulie serait représentée par le foie et l'estomac, la corde glissant par dessus cette poulie étant fixée d'une part au sternum, tandis que d'autre part les tractions s'effectuent au niveau des piliers du diaphragme exerçant leur force dans la direction longitudinale du corps. Ce mouvement de glissement a une grande importance. Anatomiquement, il se trouve augmenté par ce fait que la partie lombaire du diaphragme possède plus de masses musculaires que la partie sternale. Sur le vivant, jamais les deux angles d'insertion du diaphragme, ne disparaissent, ni le sternal, ni le lombo-diaphragmatique ; le contraire se passe sur le cadavre. Jamais pendant la vie, l'angle sterno-diaphragmatique n'est placé plus haut que l'angle lombo-diaphragmatique. Enfin la voûte diaphragmatique a un tout autre aspect chez le vivant que chez le cadavre. Après la mort, par suite de la perte de tonicité musculaire, les deux portions antérieure et sternale, et postérieure lombaire forment entre elles presque un angle droit. »

§ 3. — **Motilité du diaphragme.**

L'amplitude des excursions du diaphragme varie d'un sujet à l'autre et suivant que la respiration est tranquille ou volontairement profonde ; on peut ajouter qu'elle varie également suivant les auteurs qui ont cherché à déterminer le champ d'excursion du muscle.

Les anatomistes diffèrent légèrement : on admet d'une façon générale que : pendant l'inspiration la coupole dia-

phragmatique est repoussée par le poumon et que son sommet arrive au niveau de la huitième côte. Pendant l'expiration forte le sommet de la coupole remonte dans la cavité thoracique et arrive au niveau de la sixième côte pour Jules Cloquet, au niveau de la quatrième à droite et de la cinquième à gauche suivant Cruveilhier. Pour le professeur Poirier, pendant l'expiration forcée une ligne horizontale rasant la partie droite de la coupole diaphragmatique passe immédiatement au-dessus de l'extrémité sternale du quatrième cartilage costal ; une tangente menée de la partie gauche n'arrive qu'à la partie inférieure de ce même cartilage.

Les radiologistes ont cherché non seulement à déterminer les limites de l'amplitude des mouvements du diaphragme par rapport aux côtes, mais encore ils ont mesuré l'étendue du champ parcouru par le muscle entre l'inspiration et l'expiration extrême : ils sont arrivés à des résultats bien inégaux.

Pour Maragliano, la voûte diaphragmatique remonterait jusqu'à la quatrième côte dans l'expiration, surtout à droite, il n'a pas mesuré l'aire d'excursion du muscle.

Pour Schürmayer, « on ne peut que, d'une façon générale, dire que l'excursion diaphragmatique maxima dans la respiration forcée évolue environ depuis la quatrième côte jusque sur la septième ou huitième ; il faut de plus tenir compte des déviations physiologiques, de la taille, de l'obésité ; de la profession du sujet ».

Le Dr J. F. Halls Dally, qui au cours de ses examens mentionne fréquemment l'existence de « l'espace cardio-phrénique, donne les résultats suivants : dans la respiration

tranquille, le champ d'excursion est de 1 cm. 3, dans la respiration profonde maxima, l'écartement entre les deux positions extrêmes d'inspiration et d'expiration est de 7 cm. 4 à droite, 6 cm. 8 à gauche.

Ces dimensions sont certainement exagérées et il ne nous a jamais été donné de les observer (1). Nous avons pu constater que l'amplitude du mouvement du diaphragme ne dépassait pas 1 cm. 63 chez le sujet sain, soit 1 cm. 71 à gauche, et 1 cent. 55 à droite ; que, dans l'expiration le muscle ne remontait jamais plus haut que la sixième côte, qu'il ne s'abaissait dans l'inspiration jamais plus bas que la huitième ou neuvième ; spectacle, qui suivant l'expression du professeur Kelsch, donne bien l'impression du jeu d'une puissante pompe aspirante et foulante adaptée à la base du thorax. On ne saurait trop insister sur l'importance capitale que prennent maintenant ces déterminations mathématiques de la malité du diaphragme et de son fonctionnement. L'examen radioscopique de l'ombre du diaphragme étudiée pendant les mouvements respiratoires fournit des renseignements utiles, non pas seulement sur l'état du muscle lui-même, mais aussi sur les altérations des organes voisins. Nous en verrons l'application en clinique dans un instant. Mais, auparavant, nous voulons consacrer un court chapitre aux modifications normales éprouvées par les organes voisins du diaphragme lors de son fonctionnement normal.

(1) Nous croyons avoir trouvé la raison de cette exagération dans la technique suivie par l'auteur ; l'ampoule restant fixe, le rayon normal n'étant pas amené tangentiellement aux différentes positions occupées par le diaphragme dans son fonctionnement : la projection du muscle n'était plus orthogonale, mais conique (Cf. p. 47).

**§ 4. — Action normale du diaphragme
sur les organes voisins.**

Le diaphragme a une action sur les agents abdominaux, rein, foie ; sur les organes thoraciques, cœur et poumons.

Le rein. — Longtemps on a cru que le rein n'obéissait pas aux mouvements respiratoires ; on sait aujourd'hui par les nombreuses interventions de la chirurgie rénale que le rein s'abaisse dans l'inspiration et remonte dans l'expiration. Il tend à descendre dans la station verticale et remonte dans le décubitus dorsal. La course normale du rein varie de 3 centimètres à 5 centimètres, plus grande dans le sexe féminin ; dès l'enfance même (Rosenthal). Le rein glisse alors dans son enveloppe graisseuse.

Le D^r Schürmayer nous a envoyé des considérations intéressantes au sujet de la déviation des mouvements normaux du diaphragme qui existent avec le rein flottant. Normalement, pour cet auteur, le rein situé dans la loge rénale des deux côtés de la colonne vertébrale, n'est soumis à aucun déplacement dans la respiration calme (fig. 19). Si par suite d'un traumatisme ou d'un amaigrissement rapide le rein devient moins fixe, alors intervient le psoas qui, formant un plan incliné, pousse le rein dans la direction de l'abdomen. Mais déjà, dès le début de ce mouvement, le rein est entré en contact avec la partie du diaphragme qui dans la mécanique respiratoire présente les plus grands mouvements, et c'est ainsi que le rein est « respiratoirement » poussé en bas et en avant, ce qui est facile à voir en examinant des personnes maigres. « Bien plus, dit

Schürmayer (1), aussitôt que les reins ne sont plus fixés, la voûte lombaire devient moins tendue. L'ensemble des piliers diaphragmatiques prennent alors une direction horizontale et on serait tenté de croire que dans ce cas le rein

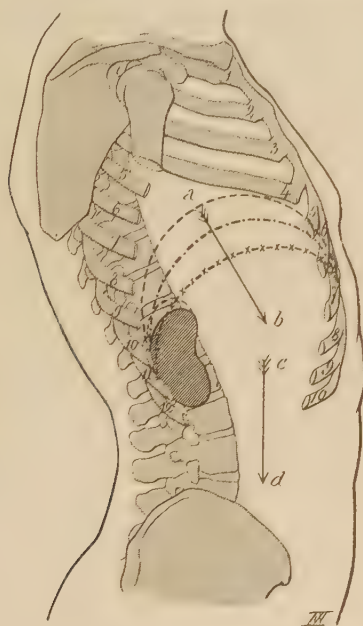


FIG. 19.

manque (Cf. fig. 19). Cependant, on peut toujours voir par les rayons X le rein, même s'il y a une grande abondance de graisse, car on peut employer des appareils compresseurs d'Albert Schœnberg. »

Le foie. — Le diaphragme entraîne également dans sa course le foie, et le D^r Schürmayer voit dans les troubles de la motilité du muscle qui surviennent au cours des affections

(1) *Statik und Dynamik der Nephroptose*, 1905.

hépatiques une confirmation de l'ingénieuse théorie du « glissement » que nous avons reproduite plus haut. Quand il existe des adhérences au niveau de la coupole diaphragmatique, ce qui surviendrait d'après lui 70 0/0 chez les malades atteints de lithiase biliaire avec périhépatite, le mouvement de « glissement », le mouvement de « poulie » ne s'effectue plus. « Même des adhérences tout à fait circonscrites déterminent au début de l'effort respiratoire un arrêt de l'excursion du diaphragme des deux côtés, principalement du côté droit. » Il en résulte à la fois une gêne de la fonction respiratoire et même de la fonction hépatique. En effet, ajoute-t-il, à propos d'études entreprises sur la cholélithiase (1) : « Le retour à la normale du vaste déplacement respiratoire du foie est une des conditions fondamentales pour la guérison du malade, car la pression respiratoire du diaphragme est la force qui pousse pour l'écoulement de la bile. Sans cette force qui agit, pas d'écoulement physiologique de la bile et sans cet écoulement physiologique de la bile, production de résidu de bile qui contribue à la production des calculs. Ces faits sont d'ailleurs reconnus exacts par Naunyn (2), Quincke (3), Hoppe-Seyler (4), Ewald. »

Le déplacement du foie dans la respiration est bien admis. Dans l'inspiration, le foie s'abaisse en masse comme la voûte diaphragmatique, abaissement moins prononcé

(1) SCHURMAYER. Berlin. — Cf. *Index Bibliographique*.

(2) NAUNYN A., *Klinik der Cholelithiasis*, 1892.

(3) HOPPE-SEYLER, Und Quincke in Notnagels. *Handbuch der ges. Medizin*, Band 18. *Die Krankheiten der Leber*.

(4) Vgl. die Referate auf dem 13. *Internat med. Congress*, Paris, 1900, *Bericht*, Seite 5-13.

pour le lobe droit que pour le lobe gauche ; car les deux coupoles du diaphragme s'abaissent inégalement. Il est de 1 centimètre à droite dans une inspiration moyenne, de 15 à 20 millimètres dans l'inspiration maxima. Dans l'expiration le foie se relève d'une quantité égale. Remarquons en passant que ces chiffres donnés par Charpy correspondent absolument à ceux que l'examen radioscopique de l'ampliation du diaphragme chez divers sujets normaux, nous a permis de fixer.

Hasse pense en outre que la glande hépatique s'élargit et s'aplatit dans l'inspiration, tandis qu'elle se contracte dans l'expiration.

Le cœur. — C'est en effet une particularité des mouvements du diaphragme que de déformer dans leur exécution les organes qui sont en contact avec le muscle. Rien n'est plus évident que la déformation du cœur dans l'acte respiratoire normal.

Normalement, d'après Liverato, qui fit ses recherches sous la direction du professeur Maragliano, le cœur se « rapetisse » et « s'allonge » à chaque inspiration. L'allongement se fait vers le bas tandis que la haut ne se modifie pas. Cette transformation est due à deux facteurs : abaissement du diaphragme, augmentation de volume du poumon et par suite diminution de la pression intra-thoracique. Il peut se faire quelquefois qu'une portion du poumon gauche se porte entre la pointe du cœur et le diaphragme, comme l'a remarqué le professeur Benedikt de Vienne ; le poumon au lieu de déterminer le changement précité, de rendre le cœur plus vertical, soulève au contraire la pointe du cœur vers le haut ; au lieu de se « resserrer » l'ombre

cardiaque « s'élargit » en bas. « Il est intéressant de noter ajoute le professeur Benedikt, que le cœur peut s'enfoncer dans une niche du diaphragme, de sorte qu'un pli du bord antérieur du muscle est situé entre le cœur et la paroi thoracique. Dans l'inspiration profonde l'ombre de ce pli peut monter en haut, se croiser alors avec l'ombre des côtes, tandis que derrière ce pli, le poumon pénètre entre le cœur et le diaphragme. »

Ajoutons enfin que pendant l'inspiration il se produit à l'intérieur du thorax une légère diminution de pression qui fait appel au sang veineux en même temps qu'à l'air atmosphérique. Ainsi s'explique l'ampliation de l'ombre de l'oreillette droite pendant les mouvements inspiratoires, que M. le professeur Bouchard a vue le premier sur l'écran et dont le Dr Guillemillot a fixé sur des clichés la forme et l'étendue, à l'aide de son ingénieux appareil destiné à la cinémato-radiographie de la respiration (Cf. thèse Chiron, 1905).

Les poumons. — L'image radioscopique des poumons se modifie avec les mouvements respiratoires dans son étendue, dans sa forme et dans sa clarté. Pendant l'inspiration, elle grandit à la fois dans le sens transversal par suite de l'écartement des parois latérales du thorax et dans le sens vertical par suite de l'abaissement du diaphragme. On voit en même temps sur l'écran les côtes s'élever, s'éloigner de la colonne vertébrale et s'écarter les unes des autres. A mesure que le diaphragme s'abaisse, on voit aussi de chaque côté la clarté pulmonaire s'insinuer entre l'ombre de la paroi thoracique et celle du diaphragme. C'est surtout à la fin des grandes inspirations que le sinus

costo-diaphragmatique apparaît et s'éclaire s'il n'existe pas d'adhérences entre les feuillets thoracique et diaphragmatique de la plèvre. Ajoutons que pendant les inspirations profondes, l'image des poumons devient notablement plus claire.

L'examen radioscopique permet d'apprécier non seulement l'état anatomique du poumon, mais encore les variations normales et pathologiques du volume de l'organe, d'après les dimensions de l'image projetée sur l'écran. Aucun mode d'exploration ne permet mieux l'étude de l'élasticité pulmonaire, dont la constatation de l'intégrité est si importante. Dans toute affection pulmonaire l'élasticité pulmonaire est atteinte, elle est amoindrie ; aussi est-il absolument nécessaire de se rendre compte des modifications qu'elle a pu subir et d'apprécier le degré de ces modifications. Quels sont les signes qui nous permettront d'abord d'affirmer que l'élasticité pulmonaire est conservée ?

On juge que les poumons possèdent leur élasticité normale quand l'examen de l'image pulmonaire, tour à tour pendant l'inspiration et l'expiration forcées, montre un grand écart entre les dimensions observées. Mais c'est surtout par l'allongement du diamètre vertical qu'on apprécie cet écart, c'est-à-dire par l'abaissement du diaphragme. Ainsi l'amplitude des excursions du diaphragme devient la mesure indirecte de l'élasticité pulmonaire. Dès lors, il ne suffit plus que de noter sur l'écran fluorescent la position du diaphragme dans l'inspiration et l'expiration, de mesurer l'écart entre les deux tracés et de comparer avec les chiffres normaux que nous avons indiqués. Ajou-

tons qu'il est nécessaire de comparer les dimensions obtenues des deux côtés. L'élasticité pulmonaire peut être en effet diminuée, ou en totalité, ou partiellement.

La recherche de l'amplitude des mouvements du diaphragme est donc d'une grande utilité ; nous avons pensé qu'il en serait de même de l'amplitude des côtes et nous avons cherché s'il était possible d'obtenir pratiquement une évaluation de l'étendue de ce mouvement : évaluation qui permettrait également d'apprécier l'élasticité, première des qualités physiques du poumon sain.

B. — LES CÔTES

Formée d'arcs ostéo-cartilagineux articulés en arrière et en avant avec leurs colonnes osseuses : la colonne vertébrale et le sternum, la cage thoracique présente entre ces différentes pièces des mouvements dont le résultat principal est d'augmenter ou de diminuer sa capacité. La colonne vertébrale seule reste immobile complètement : c'est sur elle que dans l'inspiration et l'expiration l'extrémité postérieure des côtes prend appui par une véritable charnière qui permet des mouvements très étendus d'abaissement et d'élévation. Sur le thorax entier ces mouvements sont limités parce que les côtes sont fixées par ailleurs aux apophyses transverses et au sternum et entre elles par les muscles intercostaux. L'axe antéro-postérieur de ces mouvements d'abaissement et d'élévation répond à l'insertion du ligament au ménisque intervertébral.

Tous les mouvements partiels des diverses articulations du thorax se fondent en deux mouvements principaux :

la dilatation, qui répond à l'inspiration, et le *resserrement* qui répond à l'expiration. La dilatation est le résultat de l'élévation des côtes : étant donné que les côtes viennent s'articuler obliquement sur l'axe vertébral, le premier effet de leur élévation sera l'agrandissement des espaces qui les séparent et la projection en avant de leur extrémité antérieure ou sternale : il est en effet démontré que lorsque deux tiges parallèles, implantées obliquement sur un axe, sont redressées, l'espace qui les sépare est accru et l'extrémité de chaque tige s'éloigne de l'axe. On peut s'en rendre compte aisément au moyen de la machine schématique de Hamburger qui permet de définir également l'action des muscles intercostaux ; les externes étant élévateurs des côtes et inspireurs, les internes étant abaisseurs et expirateurs.

La partie osseuse des arcs costaux est seule accessible à l'examen radioscopique, les cartilages qui joignent au sternum les côtes proprement dites sont trop peu denses pour donner sur l'écran une ombre appréciable. Les mouvements des côtes étant synchrones avec ceux du diaphragme ; l'examen des côtes complète l'examen du diaphragme. La différence consiste en ce que les mouvements des côtes sont entièrement passifs ; ils dépendent de deux conditions : l'énergie avec laquelle se contractent les muscles inspireurs et la résistance que lui oppose le tissu pulmonaire.

A l'état normal, l'ombre des côtes apparaît sur l'écran également inclinée, à gauche et à droite, sur la colonne vertébrale. L'angle que forme l'ombre costale avec l'ombre médiane du thorax s'agrandit pendant l'inspiration :

on voit en même temps les côtes s'élever et s'écarter les unes des autres. Pendant l'expiration cet angle diminue, les côtes s'abaissent et se rapprochent les unes des autres. A l'état normal, ces mouvements apparaissent tout à fait symétriques, à gauche et à droite.

Le professeur Bouchard et le Dr Guillemainot ont étudié en 1899 les mouvements des côtes et ont utilisé les procédés radioscopiques et radiographiques pour définir la position des côtes pendant l'inspiration et l'expiration et l'excursion de leur déplacement dans l'état sain et dans la maladie (pleurésie principalement).

Nous avons repris de nouveau ces études avec le Dr Guillemainot, et voici la technique que nous avons suivie pour arriver à nos résultats. Le sujet étant placé comme nous l'avons indiqué plus haut (p. 38), nous marquons sur l'écran le point médian du bord supérieur de la fourchette sternale, nous traçons la ligne médio-sternale, nous faisons le tracé des côtes (Cf. p. 49), puis nous marquons les côtes du thorax projetées normalement (1). Nous faisons alors le décalque des tracés obtenus sur une feuille de papier centimétrique, de manière à ce que la ligne médio-sternale soit au zéro de la feuille et le point médian du bord supérieur de la fourchette sternale en haut. Nous déterminons alors l'angle des côtes à l'aide du procédé qui a été exposé dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, juin 1899, en calculant la pente moyenne de la côte

(1) Remarquons que la projection conique des côtes peut dépasser quelquefois les limites de la projection orthogonale du thorax ; nous rappelons que notre but dans l'examen radioscopique des côtes est la simple comparaison des deux côtés.

à partir d'une distance toujours la même, de 4 centimètres, de la ligne médio-sternale jusqu'à la distance de 8 centimè-

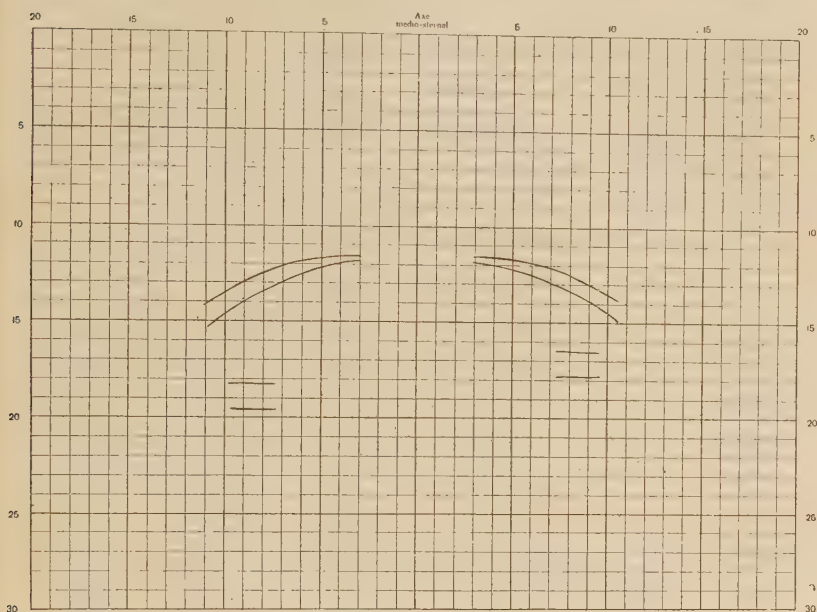


FIG. 20.

tres. Nous avons apporté une petite modification à la méthode employée en 1899 avec l'aide de la radiographie ; nous calculons aussi la pente entre le 4^e centimètre et le 10^e centimètre de la feuille centimétrique. Rien n'est plus facile que d'opérer ce calcul : il suffit de mesurer exactement la hauteur de la projection costale au-dessus d'une des divisions horizontales de la feuille au niveau de chacune des verticales 4, 8, 10. La différence entre la verticale 4 et la verticale 8 exprime la pente costale pour 4 centimètres, autrement dit, elle permet d'obtenir en divisant par 4, le *cotangente* de l'angle d'inclinaison cherché.

De même on obtiendra la pente entre les verticales 4 et 10 en mesurant la hauteur de la ligne costale sur le verticale 4 et le verticale 10 ; la différence de ces deux lignes divisée par 6 nous donne la *cotangente* de l'angle d'inclinaison cherché.

Nous donnons ici la table des cotangentes naturelles des angles de 45° à 90°.

Table des cotangentes naturelles des angles de 45° à 90°.

Angles	Cotangentes	Angles	Cotangentes
45°	1	68°	0,404
46°	0,966	69°	0,384
47°	0,933	70°	0,364
48°	0,901	71°	0,345
49°	0,870	72°	0,325
50°	0,839	73°	0,306
51°	0,810	74°	0,287
52°	0,782	75°	0,268
53°	0,754	76°	0,250
54°	0,727	77°	0,231
55°	0,701	78°	0,213
56°	0,675	79°	0,195
57°	0,650	80°	0,177
58°	0,625	81°	0,159
59°	0,601	82°	0,141
60°	0,578	83°	0,123
61°	0,555	84°	0,105
62°	0,532	85°	0,088
63°	0,510	86°	0,070
64°	0,488	87°	0,052
65°	0,467	88°	0,035
66°	0,445	89°	0,017
67°	0,425	90°	0,000

CHAPITRE III

Les résultats en clinique.

Les quelques notions que nous avons pu recueillir sur les données fournies par l'examen radioscopique du diaphragme et des côtes montrent quelle étroite synergie unit entre eux à la fois les viscères enfermés à l'intérieur du thorax et les différentes parties de la cage qui les contient. La radioscopie est une méthode d'examen très utile en clinique, nous dirons plus, absolument nécessaire.

§ 1. — Avantages de la radioscopie.

Grâce à l'emploi systématique des rayons X, beaucoup d'erreurs de diagnostic peuvent être évitées ; bien plus le médecin peut, ce qui offre en pratique un intérêt considérable non seulement constater une lésion du poumon ou des plèvres, mais affirmer même en l'absence de toute constatation de cet ordre, l'état de moindre résistance de l'appareil respiratoire. Il ne suffit pas de connaître l'état anatomique du poumon, il faut pouvoir évaluer sa valeur fonctionnelle. L'examen radioscopique convenablement pratiqué fournit ces renseignements et permet de dire en présence de deux poumons : celui-ci est atteint d'une lésion du sommet, par exemple, sa valeur fonctionnelle est

ou légèrement diminuée ou considérablement amoindrie ; celui-là est sain, aucune ombre pathologique ne peut être constatée, mais cette intégrité n'est qu'apparente, sa valeur fonctionnelle est diminuée ; c'est un poumon faible, susceptible d'être lésé, justiciable d'une surveillance constante et déjà même d'une thérapeutique appropriée.

La radioscopie enfin présente donc de grands avantages, et nous pouvons les résumer avec le Dr Jamin d'Erlangen et le Dr Guillemainot en trois points :

1° Possibilité d'obtenir immédiatement une image du champ pulmonaire et de constater, par suite, la moindre lésion : les procédés habituels d'examen clinique intervenant dans la suite pour en préciser la nature ;

2° Possibilité de noter dans leur grandeur vraie, grâce à l'emploi de l'indicateur d'incidence l'étendue des organes thoraciques, de reproduire graphiquement ces tracés effectués sur l'écran, graphiques qui permettent de suivre à des époques différentes l'évolution progressive ou régressive de la maladie

3° Possibilité de noter enfin, indépendamment l'un de l'autre, les mouvements du diaphragme et de la paroi thoracique, d'obtenir des mensurations précises de l'étendue de ces mouvements dont l'importance est capitale dans la fonction respiratoire normale.

Voyons maintenant quels sont les résultats que les différents observateurs ont obtenus en appliquant la radioscopie à l'étude des affections thoraciques. Mais avant d'entrer dans les détails de ces recherches, nous tenons à faire une remarque générale.

La radioscopie confirme les expériences faites avec les

divers pneumographes et les anciennes observations d'Hutchinson sur la forme différente des mouvements respiratoires dans les deux sexes. Autrefois, on distinguait avec Haller deux types seulement de respiration : abdominal et costal. Beau et Maissiat ont complété avec raison cette division en décrivant trois types :

1° *Le type abdominal*, chez les enfants des deux sexes et quelquefois chez l'homme ;

2° *Le type costo-inférieur*, dans lequel le mouvement respiratoire est localisé dans les côtes inférieures, on le rencontre chez l'homme adulte ;

3° *Le type costo-supérieur*, chez la femme ; les mouvements prédominent dans les côtes supérieures et dans les clavicules.

Nous avons pu retrouver cette disposition au cours de nos examens radioscopiques, aussi ne faut-il pas se hâter de conclure à l'existence d'un trouble morbide en présence de l'immobilité des côtes chez l'homme, ou devant l'absence des mouvements du diaphragme chez la femme.

§ 2. — Son application en clinique.

1° **Le diaphragme.** — L'observation des mouvements du diaphragme au moyen des rayons de Röntgen fournit des renseignements, soit sur l'état du muscle lui-même, soit sur les altérations des organes voisins.

En l'absence de toute altération des poumons, des plèvres, du foie et de l'estomac, la diminution ou l'inégalité des excursions des deux côtés du diaphragme peut aider à reconnaître, dit M. Bécèle, soit l'atrophie partielle de ces

muscles dans les amyotrophies progressives, soit leur paresie dans les cas de lésions du nerf phrénique compatibles avec la vie. Inversement, l'amplitude exagérée des excursions diaphragmatiques peut suppléer à l'atrophie des autres muscles, comme l'ont observé MM. Guilloz et Henriot, dans un cas d'atrophie musculaire progressive myopathique. Le professeur Grunmach (de Berlin) enfin, a pu par la radioscopie se rendre compte de la présence d'une hernie diaphragmatique, et d'un abcès sous-phrénique.

Beaucoup plus souvent les changements que l'on peut observer dans la forme et la mobilité du diaphragme tiennent aux altérations des organes voisins, abdominaux et thoraciques.

Le diaphragme semble être remonté dans les tumeurs solides ou liquides de l'abdomen, de même que dans le météorisme. Il est unilatéralement plus élevé quand l'estomac est dilaté par des gaz ou bien quand il existe des tumeurs de la rate ou du foie (Grunmach). Dans la sténose pylorique, l'estomac rempli par les gaz oppose un obstacle, sorte de coussin rempli d'air, aux mouvements du diaphragme. Pendant l'inspiration le diaphragme descend presque subitement, pour remonter ensuite très brusquement dans l'expiration, « comme par une secousse ». (Schürmayer) Dans la congestion hépatique, on peut observer un arrêt complet des mouvements diaphragmatiques d'un côté par suite de l'obstacle non élastique produit par le foie. L'estomac est-il sain, le côté gauche du diaphragme se meut et l'incoordination des mouvements du muscle n'en ressort que plus clairement. L'estomac

est-il rempli par des gaz, le côté gauche du diaphragme montre la forme de mouvement brusque « en secousse », dont il a été parlé plus haut et qui rend plus évident le repos de l'autre côté (Schürmayer).

Mais c'est surtout dans les affections thoraciques que la constatation des mouvements anormaux du diaphragme est le plus souvent observée et qu'elle rend le plus de services au point de vue diagnostique.

Pleurésies. — Les altérations inflammatoires des membranes séreuses qui le recouvrent, entraînent suivant la loi de Stokes, la paralysie plus ou moins complète du diaphragme sous-jacent. MM. Bergonié et Carrière ont montré que dans les pleurésies, la moitié de la voûte diaphragmatique correspondant à l'épanchement n'effectue plus que des mouvements peu étendus alors que la seconde moitié s'efforce d'y suppléer en exagérant l'amplitude de ses déplacements. Le professeur Bard a observé, à Genève, cette paralysie inflammatoire du diaphragme chez tous les pleurétiques, au nombre d'une quinzaine, dont il a fait l'examen radioscopique. Non seulement la pleurésie a une influence sur la motilité diaphragmatique pendant la période aiguë de son évolution, mais elle laisse après elle des adhérences plus ou moins solides et résistantes qui entraveront mécaniquement d'une façon durable le jeu du muscle. La transformation de sa courbure normale en une ligne à peu près droite et horizontale, la brièveté de ses excursions et la disparition plus ou moins complète du sinus costo-diaphragmatique, tels sont, suivant M. Bécclère, les signes radioscopiques qui permettent de reconnaître l'établissement d'adhérences entre le feuillet diaphragma-

tique et le feuillet costal de la plèvre. Enfin M. Milian a montré, en 1897, l'importance de l'emploi des rayons Röntgen dans le diagnostic de la symphyse pleurale.

Pneumothorax et hydropneumothorax. — L'immobilité paralytique du diaphragme était complète d'emblée dans un cas de pneumothorax tuberculeux que le professeur Bard de Genève a pu radioscopier vingt-quatre heures après son début, sans qu'il y eût encore de liquide dans la cavité pleurale. Un côté du diaphragme perd non seulement sa contractilité mais aussi sa tonicité. Il devient inerte et se laisse alors soulever pendant l'inspiration par la pression intra-abdominale accrue pour retomber pendant l'expiration, à l'inverse de l'état normal.

Dans les épanchements hydro-aériques de la plèvre, des mouvements alternatifs d'élévation et d'abaissement de la ligne de niveau du liquide pleural pendant la respiration, ont été signalés presque en même temps à Vienne par le Dr Kienbach et à Paris par le professeur Bouchard. A chaque inspiration, on voit simultanément s'abaisser du côté sain la ligne arrondie qui figure le contour de la voûte diaphragmatique, et s'élever du côté malade la ligne horizontale qui représente le niveau du liquide. Inversement, à chaque expiration, on voit s'élever la moitié saine du diaphragme et s'abaisser le niveau du liquide. Tous ces mouvements sont d'autant plus accentués que la respiration se fait avec plus d'amplitude. L'aspect de ces « mouvements de balance » du liquide pleural et de la moitié saine du diaphragme semble paradoxal. Ils témoignent de l'inertie absolue du muscle du côté opposé.

Tuberculose pulmonaire. — Au début de la tubercu-

lose, trois signes ont une importance capitale pour établir le diagnostic précoce :

1° La diminution de la transparence normale du poumon à son sommet ;

2° La moindre étendue de l'image pulmonaire d'un côté : ce qui indique une diminution dans le volume correspondant ;

3° Enfin le changement survenu dans la position et dans les mouvements de l'une des moitiés du diaphragme.

Au Dr Williams (de Boston) revient surtout le mérite d'avoir montré l'importance de ces deux derniers signes (mai 1897).

La diminution des excursions d'un côté du diaphragme pendant l'inspiration est un signe de la plus haute valeur, qui peut devancer tous les autres, et précéder l'apparition d'une zone d'opacité au sommet pulmonaire. Du côté malade, le diaphragme à la fin des inspirations, surtout des inspirations volontairement profondes, descend moins bas que du côté sain, tandis qu'à la fin de l'expiration, il remonte aussi haut des deux côtés. Ce signe très important témoigne qu'une des moitiés du diaphragme rencontre pendant l'inspiration plus de résistance que l'autre moitié à allonger le diamètre vertical du poumon correspondant et indirectement fait soupçonner que quelque induration rend moins extensible qu'à l'état normal une portion de son parenchyme. Cette diminution de l'excursion d'une moitié du diaphragme peut être exactement mesurée en employant notre technique exposée à la page 49. Des examens répétés à divers intervalles chez le même sujet, ont permis au Dr Williams de voir se restreindre du côté

malade le mouvement d'abaissement du diaphragme pendant l'inspiration, à mesure que s'étendait l'opacité du poumon à son sommet.

La radioscopie plus que toute autre méthode d'examen permet de se rendre compte de l'existence d'une tuberculose pulmonaire latente ou douteuse. Elle est plus facilement applicable que les recherches biologiques auxquelles on a voulu attribuer une grande valeur : la recherche de la déminéralisation, l'augmentation des échanges respiratoires, etc. Elle donne également des résultats beaucoup plus précis que la spirométrie et permet d'écarter une cause d'erreur signalée par Grehant. « Certains malades, tuberculeux, dit cet auteur, ont cependant une capacité pulmonaire relativement grande, ce sont des malades porteurs de lésions peu étendues ou bien en même temps emphysémateux. » La radioscopie permet de préciser la nature des lésions et d'éviter ces causes d'erreur.

Emphysème pulmonaire. — En effet, l'emphysème pulmonaire se manifeste par trois signes principaux pour M. Bécclère :

1° L'image pulmonaire est plus étendue ;

2° Elle présente une clarté plus vive à cause de l'atrophie des cloisons inter-alvéolaires ;

3° On remarque de plus une ascension moindre du diaphragme pendant la respiration. Précisons les caractères de cette moindre ascension, ils ont été énoncés par M. Bécclère. « Quand le diaphragme se contracte à l'inspiration, il descend plus bas qu'à l'état normal, puisque le diamètre vertical des poumons est allongé, il ne peut donc à l'expiration remonter au même niveau que chez un sujet

sain ; mais en outre l'amplitude de ses excursions est diminuée, ce qui témoigne de la diminution de l'élasticité pulmonaire. Ce signe est important ; il permet de soupçonner l'emphysème alors même que la concomitance d'une bronchite éteint la clarté anormale de l'image radioscopique. »

Sclérose pulmonaire. — Du côté atteint, l'ombre diaphragmatique se montre notablement plus élevée que du côté sain. La brièveté du mouvement d'abaissement du muscle pendant les fortes inspirations témoigne de la perte d'extensibilité du tissu pulmonaire.

Congestion et œdème pulmonaires. — L'amplitude des excursions du diaphragme est conservée ; l'ombre anormale due à la lésion est légèrement teintée, et ses limites sont incertaines, de plus ses variations d'intensité pendant les mouvements respiratoires est aisément observée ; il y a plutôt atténuation plus ou moins accentuée de la clarté de l'image pulmonaire, plutôt qu'une ombre véritable.

Pneumonies. — Les mouvements d'abaissement du diaphragme sont limités. Si, du côté malade, le muscle remonte pendant l'expiration, à peu près aussi haut que du côté sain, il est loin de descendre aussi bas pendant l'inspiration et surtout pendant les inspirations profondes. On a ainsi nettement la preuve qu'une partie du parenchyme pulmonaire a cessé d'être extensible.

Dans la convalescence le Dr Williams a montré la persistance longue de ces phénomènes qui ne viennent que peu à peu à leur intégrité normale. Pendant longtemps encore, le diaphragme témoigne, dans les inspirations

profondes, par la limitation de ses mouvements de descente, d'une atténuation persistante de l'extensibilité du tissu pulmonaire. Seule la radioscopie permet de fixer le moment où le poumon recouvre avec l'intégrité de son état anatomique son élasticité primitive.

Asthme. — Tandis que la diminution de l'élasticité pulmonaire met obstacle à l'abaissement du diaphragme, une obstruction passagère des canaux bronchiques peut au contraire mettre obstacle à son ascension, comme l'a fait voir au D^r Lévy-Dorn l'examen radioscopique pratiqué au cours d'un accès d'asthme, et que rapporte M. Bécclère. « Une des deux moitiés du diaphragme s'abaissait rapidement à chaque inspiration pour ne remonter ensuite que lentement et par saccades ; l'autre moitié, d'abord absolument immobilisée dans la position d'inspiration maxima, ne commença à se mouvoir que pendant un accès violent de toux terminé par l'expectoration de mucosités visqueuses ; ce fut la fin de l'accès. »

En somme, on voit tout l'intérêt qui résulte de l'observation méthodique par la radioscopie de l'amplitude des mouvements du diaphragme. D'une manière générale, toutes les lésions capables de diminuer l'élasticité de l'un des poumons se traduisent par un abaissement moindre du diaphragme correspondant. La mesure de l'excursion diaphragmatique donne donc bien la valeur de l'élasticité pulmonaire, et renseigne complètement sur la fonction respiratoire.

2° *Les côtes.* — Il en est de même de l'examen des côtes. Si leurs mouvements sont à l'état normal tout à fait symétriques, à gauche et à droite ; il n'en est pas de même

dans certaines conditions pathologiques bien étudiées par MM. Bouchard et Guilleminot.

L'élévation permanente avec écartement exagéré des ombres costales d'un côté du thorax indique une augmentation de volume de ce côté, habituellement due à une collection liquide enkystée, épanchement pleural, ou kyste hydatique ; plus rarement à un néoplasme pulmonaire, ainsi qu'on peut le constater par la radiographie ou la radioscopie.

La recherche de l'angle costal a également une grande valeur. C'est ainsi que MM. Bouchard et Guilleminot ont reconnu au cours d'observations radioscopiques que l'angle (pour une région de la côte prise à une distance de 4 et de 8 centimètres du rachis) était en moyenne de 67° à 68° chez l'homme sain. Les variations d'amplitude étaient de 3° à 5° et symétriques des deux côtés. Cette amplitude, d'après leurs observations, était diminuée chez les individus affectés de pleurésie et cessait d'être symétrique.

Dans la sclérose pulmonaire, le contour latéral du thorax, d'après M. Bécclère, est plus rapproché de l'ombre médiane, et s'y rattache par des ombres costales plus rapprochées les unes des autres et inclinées à angle plus aigu sur la colonne vertébrale.

OBSERVATIONS

LE DIAPHRAGME

Nous avons étudié avec l'aide de la radioscopie, en suivant la technique que nous avons exposée page 47, 22 diaphragmes chez des individus sains et chez des sujets tuberculeux ; nous sommes arrivé aux constatations suivantes :

1° La hauteur normale du diaphragme chez l'homme sain est différente suivant le côté considéré. Le côté droit est plus élevé que le côté gauche de 1 cent. 9 en moyenne. La distance qui sépare le diaphragme d'une ligne horizontale passant par le bord supérieur de la fourchette sternale est de 1 cent. 84 à gauche, 1 cent. 85 à droite ;

2° L'excursion diaphragmatique mesurée chez 12 sujets sains est égale de deux côtés et mesure en moyenne 1 cent. 63 ;

3° Les variations appréciables de cette dimension moyenne indiquent une altération notable de l'élasticité pulmonaire. C'est ainsi que chez tous les tuberculeux que nous avons eu l'occasion d'examiner, le champ d'excursion du diaphragme était considérablement diminué et ne mesurait plus que 0 cent. 8 à 1 centimètre.

NUMÉROS des OBSERVATIONS	Angle déterminé entre 4 et 8						Angle déterminé entre 4 et 10						Moyennes établies entre les angles (4 et 8) et les angles (4 et 10)						OBSERVATIONS
	gauche			droite			gauche			droite			gauche			droite			
	I		E	I		E	I		E	I		E	I		E	I		E	
1	77,5		71,0	79,7		79,7	72,7		66,7	76,0		76,0	75,1		68,85	77,85		77,85	Tuberculose rénale datant de 3 ans, opérée le 29 novembre 1904. Cys- tite tuberculeuse actuelle. Rien aux poudrons.
2	84,5		81,2	76		76	79		76	75		70,5	81,75		78,6	77,75		73,25	Rien aux poudrons.
3	77		72	74,7		74,7	71,7		64	73		69,7	74,35		68	75,5		72,2	Tuberculose pulmonaire bilatérale.
4	85,2		78,7	79,7		79,7	82		74,7	80,7		72,7	83,6		76,7	83,45		76,225	Rien aux poudrons.
5	77		67	77		77	71		63	79		73,5	74		64,5	83,25		75,25	id.
6	82		75,7	72,7		72,7	78		70,7	75		70	80		73,2	76,85		71,35	id.
7	78		70,7	67		67	72,2		65	69,5		63,5	75,1		67,85	71,5		65,25	Tuberculose pulmonaire au début, côté droit. Légère opacité.
8	79,5		76	75		75	76		72,5	74		71	77,75		74,25	70,75		73	Ancienne tuberculose pulmonaire du sommet droit.
9	86		81	81		81	83,5		77	82,5		77,5	84,75		79	85,7		84,1	Rien aux poudrons.
10	79,5		74,5	73		73	73,5		69	72,5		68,5	76,5		71,75	75,1		70,75	id.
11	68,2		68,2	66		66	66		66	65		65	67,1		67,1	65,5		65,5	id.
12	78,7		78,7	79		79	75		75	76,7		76,7	76,85		76,85	77,85		77,85	Tuberculose pulmonaire probable. Opacité des deux sommets sans aucun risque sthétoscopique.

LES CÔTES.

Nous avons étudié chez 12 sujets la pente des côtes et leur angle fonctionnel (Cf. p. 49). Nous avons résumé nos constatations dans un tableau (p.88), qui comprend les premières observations résultant de la mensuration des graphiques obtenus et les moyennes que nous avons l'habitude de faire pour éviter les causes d'erreur dues à l'irrégularité des tracés.

RÉSULTATS GÉNÉRAUX

	Angle déterminé entre 4 et 8				Angle déterminé entre 4 et 10				Moyennes établies entre les angles (4 et 8) et les angles (4 et 10)			
	gauche		droit		gauche		droit		gauche		droit	
	I	E	I	E	I	E	I	E	I	E	I	E
Dans les deux sexes.	79°4	74°5	78°6	74°9	75	69°9	74°9	71°2	77°2	72°2	76°7	73
Femmes.....	79,7	74,7	79,4	76,8	74,4	68,9	74,7	72	77	71,8	77	74,4
Hommes.....	79,3	74,5	78,4	74,3	75,2	70,3	74,9	70,9	77,2	72,4	76,6	72,6

De ce tableau nous tirons les moyennes suivantes, en prenant la moyenne de l'angle calculé entre les abscisses 4 et 8, et de l'angle calculé entre les abscisses 4 et 10.

Angle moyen	gauche	inspiration. . . .	77°
		expiration. . . .	72° 1/4
	droit	inspiration. . . .	76° 3/4
		expiration. . . .	73°

Moyennes qui nous montrent que les angles costaux ainsi calculés, angles fictifs formés par une côte droite

moyenne et la verticale, sont à peu près égaux à droite et à gauche et qu'ils sont de 77° en inspiration et de $72^{\circ} 1/2$ en expiration. Nous remarquons en outre, qu'ils sont à peu près égaux chez l'homme et chez la femme.

Si nous passons à l'examen des cas particuliers, nous pouvons faire d'intéressantes remarques :

Chez une malade ayant été opérée pour une tuberculose du rein droit, l'angle costal moyen est de $77^{\circ} 8$ à droite, et de 72° à gauche.

Chez les sujets suspects de tuberculose, c'est généralement du côté douteux qu'on constate un angle costal plus faible. Dans certains cas, on trouve des différences assez grandes (10°) entre le côté droit et le côté gauche sans que rien ne puisse expliquer ce fait, néanmoins il est permis de tenir ces cas pour suspects.

ANGLE FONCTIONNEL DES COTES

L'angle fonctionnel ou différence de l'angle d'inspiration et de l'angle d'expiration est en moyenne de $40^{\circ} 1/2$. Il paraît égal à droite et à gauche. Il varie suivant le type respiratoire. Nous donnons, réunies en un tableau, nos constatations :

NUMÉROS des OBSERVATIONS		ANGLE D'EXPANSION DES COTES DÉTERMINÉ		MOYENNE ÉTABLIE ENTRE CES DEUX ANGLES
		entre 4 et 8.	entre 4 et 10.	
1	$\frac{g}{dr}$	6° Inappréciable	6° Inappréciable	3° Inappréciable
2	$\frac{g}{dr}$	3° 1/4 4° 1/2	3° 4° 1/2	3° 1/8 4° 1/2
3	$\frac{g}{dr}$	6° 1/2 6° 1/2	7° 1/4 8°	6° 4/5 7° 1/4
4	$\frac{g}{dr}$	10° 4° 1/2	8° 5° 1/2	9° 5°
5	$\frac{g}{dr}$	6° 1/4 6°	7° 1/4 5°	6° 3/4 5° 1/2
6	$\frac{g}{dr}$	7° 1/4 6° 1/2	7° 1/4 6°	7° 1/4 6° 1/4
7	$\frac{g}{dr}$	5° 3° 1/4	7° 3/4 3° 1/4	6° 4/5 3° 1/4
8	$\frac{g}{dr}$	3° 1/2 2° 1/2	3° 1/2 3°	3° 1/2 2° 3/4
9	$\frac{g}{dr}$	5° 4° 3/4	6° 1/2 5°	5° 3/4 4° 4/5
10	$\frac{g}{dr}$	5° 4° 3/4	4° 1/2 4°	4° 3/4 4° 4/5

CONCLUSIONS

Il eût été intéressant de comparer les résultats avec ceux que l'on aurait pu obtenir en cherchant chez les

mêmes sujets la capacité pulmonaire à l'aide d'un spiromètre ; l'appareillage très compliqué que nécessite cette recherche nous l'a fait abandonner. Il faut un temps considérable et des observations multiples pour obtenir des résultats précis et suffisants : nous espérons plus tard reprendre et compléter ces recherches avec le D^r Guilleminot.

Qu'il nous soit permis en terminant de faire cette simple remarque. Un de nos confrères, le D^r Boiet, réclamait dans sa thèse la création d'une fiche sanitaire dans les lycées et collèges, fiche mentionnant la capacité pulmonaire. Ne serait-il pas plus simple, plus complet et plus précis d'établir par la radioscopie un « indice thoracique, n'ayant pas seulement une valeur anatomique comme celui de Weisberger, mais une valeur fonctionnelle. La recherche systématique de la transparence du poumon et des plèvres et de la motilité du diaphragme et des côtes, renseignant ainsi à la fois sur l'état anatomique des organes respiratoires et sur l'élasticité thoracique et pulmonaire, devrait, combinée avec l'observation de la taille, du poids et du périmètre thoracique du sujet, ce que le D^r Pignet a appelé l'équivalent numérique de l'homme », donner le critérium de la santé. La constatation d'une modification anormale au cours de ces diverses observations attirerait l'attention du médecin et lui permettrait non seulement de se rendre compte d'une lésion restée jusqu'alors latente ou ignorée : mais encore elle lui donnerait la possibilité de prévoir l'évolution de la maladie ; or, comme l'a si bien dit le professeur Grancher : « prévoir, c'est guérir. » '

CONCLUSIONS

I. — La radioscopie de précision est actuellement un des procédés le plus exact que nous possédions pour déterminer la valeur fonctionnelle du poumon.

II. — Tout médecin peut avec une installation convenable faire rapidement des observations qui lui permettent d'apprécier la fonction respiratoire de deux façons :

a) La recherche de l'amplitude des mouvements du diaphragme ;

b) L'examen de la motilité des côtes.

III. — Nous avons pu dans notre étude sur le *diaphragme* faire les constatations suivantes :

Normalement, chez l'homme sain, le diaphragme remonte jusqu'à la 6^e cote dans l'expiration, il s'abaisse jusqu'à la 8^e ou la 9^e côte dans l'inspiration. Le diaphragme remonte plus haut à droite qu'à gauche. L'amplitude de ses mouvements comprend un champ d'excursion de 1 cent. 63 dans la respiration normale. Nos recherches radioscopiques nous ont permis de confirmer l'opinion de Magendie et de Duchenne de Boulogne au sujet de la contraction du diaphragme, opinion dont se rapproche l'originale théorie de Schürmayer.

Anormalement, la constatation des troubles de la motilité du diaphragme nous donne des renseignements précis :

a) Chez l'individu en apparence sain ;

b) Dans les affections thoraciques et abdominales et principalement dans la tuberculose pulmonaire.

IV. — Il nous a été donné dans notre travail de faire au sujet des mouvements des *côtes* des remarques intéressantes.

Nous avons montré la possibilité d'apprécier l'inclinaison des côtes et la valeur de l'angle costal fonctionnel. Chez les sujets sains l'inclinaison est symétrique des deux côtés : l'angle fonctionnel est égal.

L'inégalité à droite et à gauche, l'asymétrie dans le fonctionnement des deux côtés est l'indice d'un état pathologique sous-jacent.

V. — La radioscopie prend une importance considérable en clinique ; nous croyons avoir démontré l'utilité de fréquents examens radioscopiques dans les maladies thoraciques, en particulier dans les affections pulmonaires. La constatation de l'état anatomique du poumon, jointe à l'appréciation de sa valeur fonctionnelle permettent de poser un diagnostic précis. La reproduction schématique de ces observations permet de suivre l'évolution progressive ou régressive de la maladie en comparant à des époques différentes les graphiques obtenus.

Vu :

Le Président de la Thèse,
DEBOVE.

Vu :

Le Doyen,
DEBOVE.

Vu et permis d'imprimer :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris
L. LIARD.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- Abon.** — Représentation graphique des côtes. *Arch. f. Path. et Anat.*, CXXXV, I, 1895.
- Albers-Schöenberg.** — *Die Röntgentechnik*, Lehrbuch f. Aerzte und Stud., Hambourg, 1903.
- Antony et Loison.** — *Archives de médecine militaire*, octobre 1903.
- Examen du cœur par la radioscopie au point de vue de l'aptitude au service militaire. *Arch. d'Elect. méd.*, n° 137.
- Bard.** — Du rôle de la mobilité du diaphragme dans les déplacements, apparents des épanchements pleuraux. *Revue médicale de la Suisse romande*, avril 1900.
- Beau et Maissiat.** — *Arch. gén. méd.*, 1842, 3^e série LXV, et 4^e série I, II, III.
- Béclère.** — Application de la méthode de Röntgen au diagnostic des affections thoraciques et en particulier au diagnostic des lésions de l'appareil respiratoire. *Société médicale des hôpitaux*, séance du 25 juin 1897.
- *Rapport au VI^e Congrès pour l'étude de la tuberculose*. Paris, 19 juillet 1898.
- *Les rayons de Röntgen et le diagnostic de la tuberculose* (Actualités médicales), 1899, 1 vol.
- Le diagnostic de la pneumonie par la radioscopie (discussion sur). *Société médicale des hôpitaux*, séance du 21 juillet 1899.
- La mesure indirecte du pouvoir de pénétration des rayons de Röntgen à l'aide du spintermètre. *Arch. d'elect. méd.*, n° 88, 15 avril 1900.
- Le déplacement pathologique du médiastin pendant l'inspiration étudié par les rayons X. *Soc. méd. des hôpitaux*, séance du 6 juillet 1900.
- L'emploi du diaphragme-iris en radioscopie et son utilité pour la détermination du point d'incidence normale. *Arch. d'Elect. méd.*, n° 94, 15 octobre 1900.
- *Les rayons de Röntgen et le diagnostic des affections thoraciques non tuberculeuses* (Actualités médicales), 1901, 1 vol.

- Les instruments auxiliaires de l'emploi médical des rayons de Röntgen. *Arch. d'Elect. méd.*, n° 102, 15 juin 1901.
- Articles dans *Traité de Radiologie médicale* de BOUCHARD. Paris, 1904, G. Steinheil, éditeur.
- Behn** (de Kiel). — *Fort. auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen.* Band IV. Heft 1.
- Belot**. — Indications fournies par le radiochromomètre de Benoist *Arch. d'Elect. méd.*, 25 février 1905.
- *Arch. d'Elect. méd.*, 10 mars 1905, n° 161, p. 166.
- Les ampoules en radiologie médicale. *Radium*, p. 99, n° 3, 15 mars 1905.
- Benoist**. — Le radiochromomètre et la définition expérimentale des diverses sortes de rayons X et radiations similaires. *Arch. d'Elect. méd.*, 15 mars 1902.
- Benedickt**. — Congrès de Berlin 1897. *Berliner klinische Woch.*, 26 juillet 1899.
- *Progrès Médical*, n° 14, 3 avril 1897.
- Bergonié**. — Nouveaux faits de radioscopie de lésions intra-thoraciques. *C. R. de l'Académie des Sciences*, 28 décembre 1896.
- Bergonié et Carrière**. — Etude fluoroscopique des épanchements pleurétiques. *Arch. d'Elect. méd.*, n° 79, 15 juillet 1899.
- Boiet**. — *La capacité pulmonaire et les mesures spirométriques chez les tuberculeux*. Th. Paris, 1904.
- Boinon**. — Cf KELSCH et BOINON.
- Bouchard**. — La pleurésie de l'homme étudiée à l'aide des rayons de Röntgen. *C. R. de l'Académie des Sciences*, séance du 7 décembre 1896.
- Les rayons de Röntgen appliqués au diagnostic de la tuberculose pulmonaire. *C. R. de l'Académie des Sciences*, séance du 14 décembre 1896.
- Nouvelle note sur l'application de la radioscopie au diagnostic des maladies du thorax. *C. R. de l'Académie des Sciences*, séance du 28 décembre 1896.
- Quatrième note sur l'application de la radioscopie au diagnostic des maladies du thorax. *C. R. de l'Académie des Sciences*, séance du 17 mai 1897.
- Application de la radioscopie à l'étendue de la pression négative intra-thoracique. *Bulletin de la Société de Biologie*, 22 janvier 1898.
- L'ampliation de l'oreillette droite du cœur pendant l'inspiration démontrée par la radioscopie. *C. R. de l'Académie des Sciences* séance du 24 janvier 1898.
- Quelques points de physiologie normale et pathologique du cœur, révélés par l'examen radioscopique. *C. R. de l'Académie des Sciences* séance du 8 août 1898.

- *Traité de Radiologie médicale*. Paris, 1904. G. Steinheil, éditeur.
- Bouchard et Guillemot.** — De l'angle incidence des côtes étudié à l'aide de la radioscopie et de la radiographie à l'état sain et à l'état morbide, en particulier dans la pleurésie sans épanchement. *C. R. de l'Académie des Sciences*, juin 1899.
- Bovier.** — *Recherches anatomiques et physiologiques sur la mécanique de la respiration*. Th. Paris, 1823.
- Camp (de).** — Beiträge z. Physiologie u. Pathologie der Zwechfellatmung. *Zeitschr. f. klin. Med.*, Band 49, Heft 5, 6.
- Carrière.** — *Echo médical du Nord*, 19 juin 1898.
- Chabry.** — Mouvement des côtes et du sternum. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, juillet 1887.
- Charlier.** — La capacité pulmonaire chez les sujets sains et chez les sujets tuberculeux, *C. R. Société de Biologie*, 19 novembre 1904.
- Charpy.** — Anatomie du foie, in *Traité d'anatomie* de POIRIER.
- Chevallier et Guillet.** — Rapports. *Association française d'Urologie*, p. 43, C. R., 5^e session, 1904.
- Chiron.** — *De la radioscopie du cœur et particulièrement de la mensuration de l'aire cardiaque à l'aide des rayons X*. Th. Paris, G. Steinheil, 1905.
- Claude.** — Application des rayons X au diagnostic de la tuberculose. Rapport au IV^e Congrès pour l'étude de la tuberculose.
- Dechambre.** — Cf. HOURMANN et DECHAMBRE.
- Destot.** — Mensuration du thorax et du cœur par la radioscopie, *Arch. d'Elect. méd.*, 1903.
- Duchenne (de Boulogne).** — *Gaz. hebd. méd. et chir.*, 2^e série, p. 64, 1866.
- Dupuy.** — *Anatomie du péricarde et des franges séro-graisseuses pré-péricardiques*. Thèse de Doctorat, Paris, 1905.
- ELECTRICITÉ MÉDICALE (*Archives de l'*), 10 juin 1905, n^o 167; C. R. de l'Exposition de la société de Physique (séances de Pâques, 1905).
- Espina (de Madrid).** — Le diagnostic précoce de la tuberculose pulmonaire par les rayons X. Communication au IV^e Congrès pour l'étude de la tuberculose.
- Gad.** — La respiration thoracique. *Prager medicinische Wochenschrift*, n^{os} 44 et 45, 29 octobre 1896 et 5 novembre 1896.
- Garridou.** — Radiographie du poumon. *C. R. de l'Académie des Sciences*, séance du 29 novembre 1897.
- Sur les applications cliniques de la radiographie. *C. R. de l'Académie des Sciences*, séance du 18 juillet 1898.
- Gerdy.** — *Arch. gén. méd.*, t. VII, p. 515, 1835.

Gocht — *Lehrbuch der Röntgenuntersuch. zum Gebrauch für Medicina*. Hambourg, 1898.

Grancher. — *Technique de la palpation et de la percussion*.

Gréhant. — *Recherches physiologiques sur la respiration de l'homme*, Th. Paris, 1864.

Grognard. — Thèse de Doctorat. Lyon, 1903.

Grunmach. — Valeur des rayons X en médecine interne. *Therap. Monatsch.*, janvier 1897.

— Diagnostic des affections internes au moyen des rayons X. *Wiener Woch.*, 4 septembre 1897.

— Sur les progrès réalisés dans les sciences médicales à l'aide de la radioscopie et de la radiographie. Communication au *Congrès international d'électrothérapie et de radiologie*, Paris, 28 juillet 1900.

— Emploi médical des rayons Röntgen dans le diagnostic des affections internes. Communication au *Congrès de Berlin*, avril 1905 (communiqué par l'auteur).

Guilleminot. — Cf. BOUCHARD.

— Appareil permettant de prendre des radiographies de la cage thoracique, soit en inspiration, soit en expiration. — Résultats obtenus. *C.R. de l'Académie des sciences*, 8 août 1898.

— Des incidences en radiologie. *Arch. d'élect. méd.*, 15 mai et 15 août 1899.

— Communication sur la définition des incidences dans la radiographie clinique. — Définition de la situation des tubes de Crookes par rapport au sujet et à la plaque sensible. — Congrès de Boulogne. *A. F. A. S.*, 20 septembre 1899.

— Appareil permettant d'étudier le cœur aux différentes phases de sa révolution. *C.R. de l'Académie des sciences*, 21 août 1899.

— Cinématoradiographie du cœur. *Arch. d'élect. méd.*, n° 84, 15 décembre 1899.

— *Radioscopie et radiographie clinique de précision*, 1 vol., 1900.

— Procédé commode pour connaître instantanément l'incidence au cours des examens radioscopiques. *Arch. d'élect. méd.*, 15 juillet 1900.

— De l'importance de la recherche du rayon normal en radioscopie. Présentation d'instruments. *A.F.A.S. Congrès de Paris*, 1900.

— Incidences en radiologie. *Congrès d'électrologie et de radiologie médicale*, Paris, 1900.

— Dispositif permettant d'obtenir le graphique des projections normales d'organes en radioscopie clinique. *Arch. d'élect. méd.*, novembre 1900.

— Indicateur d'incidence s'adaptant à un lit radiographique quelconque. *Arch. d'élect. méd.*, février 1902.

- Mode opératoire pour obtenir des projections orthogonales radioscopiques. *Congrès de Berne*, 1902, et *Arch. d'élect. méd.*, novembre 1902.
- Mensuration des diamètres et de l'aire du cœur sur l'écran radioscopique sans graphique. — Dispositif nouveau s'adaptant à un écran quelconque. *Arch. d'élect. méd.*, 15 décembre 1902.
- Rapport sur l'état actuel de l'orthodiagraphie. A. F. A. S. Congrès d'Angers, avril 1903.
- Technique de la radioscopie et de la radiographie médicales ordinaires. *Traité de radiologie médicale* de BOUCHARD, Paris, 1904.
- *Electricité médicale*, Paris, 1905, G. Steinheil, éditeur.
- Guillet.** — Cf. CHEVALIER.
- Halls-Dally.** — *Arch. d'élect. méd.*, 25 février 1904.
- Hasse** — *Formes du corps humain modifié par la respiration*. Iéna, 1888.
- Hobson.** — Respiration costale. *Journal of. Anat. and Physiology*, XX, année 1881.
- Hoffmann.** — Congrès de Berlin, 1897. *Berliner. klin. Woch.*, 26 juillet 1897.
- Holzknrecht.** — Ein neues radioscopisches symptom bei Bronchialstenose und Methodisches. *Wiener klin. Rundschau*, 5 novembre 1899.
- *Archiv. Gunt. Atlas der normalen et patholog. Anatomie*. v. D'ALBERS-SCHÖNBERG. Hambourg, Verlag von Gräfe u. Sillem-Hambourg, *Die röntgologische Diagnostik der Erkrankung der Brustunmgeweide*, 1901 *Ergänzungsband* 6.
- Hourman et Dechambre.** — *Arch. gén. méd.*, 1835.
- Jamin** (d'Erlangen). — Recherches orthodiagraphiques sur les poumons. Communication au *Congrès de Berlin*, avril 1905 (communiqué par l'auteur).
- Correspondance personnelle.
- Jones.** — *Journal americ. medical Association*, 6 novembre 1897.
- Kelsch et Bonon.** — Note sur le diagnostic précoce des affections tuberculeuses par la radioscopie. *Académie de médecine*, 21 décembre 1897.
- Kienbach.** — *Wiener klin. Woch.*, 2 juin 1898.
- Kuss et Duval.** — *Traité de Physiologie*.
- Loison.** — Cf. ANTONY et LOISON.
- Lévy-Dorn.** — Etude fluoroscopique d'un accès d'asthme. *Berlin. klin. Woch.*, 25 décembre 1896.
- *Berl. klin. Woch.*, n° 45, p. 1008, 9 novembre 1896, séance de la Soc. méd. berlinoise.
- Valeur des rayons de Röntgen dans la médecine pratique. *Deutsche med. Woch.*, 11 février 1897.

- De l'exploration du thorax par la radiographie. *Soc. de méd. berlinoise*, 28 mars 1900.
- Nouvel orthodiagraphe. *Ach. d'élect. méd.*, n° 156, 25 décembre 1904.
- Lœwenthal.** — *Therap. Wochenschrift*, 14 février 1897.
- Magendie.** — *Recherches élémentaires de physiologie*, t. II 4^e édit., p. 315.
- Mathias Duval.** — *Dict. de médecine et de chirurgie pratiques*, art. Respiration.
- *Traité de physiologie* (Cf. Kuss).
- Maragliano.** — *Gazetta degli ospedalli e delli cliniche*, n° 44, p. 471, 13 avril 1897.
- Sulla radiosopia normale e pathologica dell'apparécchio respiratorio et circolatorio, della lezione di chiosma. *Gazetta degli ospedalli e delli cliniche*, n° 106, p. 1113, 5 septembre 1897.
- Recherches sur les rayons de Röntgen., *Congrès de Naples*, 20 octobre 1897.
- Application de la radioscopie à l'étude des organes intra-thoraciques. *Revue internationale d'électrothérapie*, janvier 1898.
- Marchand.** — Mouvement de la cage thoracique. *Correspondanzblatt f. schweizer Aerzte*, mars 1883.
- Mouvements normaux et anormaux. *Ibid.*, 15 septembre 1886.
- Mercklen.** — De la radiographie dans le diagnostic étiologique des névralgies intercosto-brachiales rebelles. *Société médicale des hôpitaux*, séance du 7 juillet 1899.
- Mignon.** — *Etude anatomique et clinique de l'appareil respiratoire et de ses annexes par les rayons X*. Th. Paris, 1897.
- Examen du médiastin par les rayons de Röntgen. — Communication au *Congrès international d'électrologie et de radiologie médicales*. Paris, 31 juillet 1900.
- Milian.** — Diagnostic de la symphyse pleurale par les rayons de Röntgen. *Presse médicale*, 26 juin 1897.
- Morat et Doyon.** — *Traité de Physiologie*, t. IV. Fonctions de nutrition, 1900.
- Moritz.** — Eine methode und beim Rontgensverfahren aus dem schattenbilde eines Gegenstandes dessen wahre Grösse zu ermitteln (Orthodiagraphie) und die exacte Bestimmung der Hertzgrösse nach diesem Verfahren. *Münch. med. Wochensch.*, n° 29, 1900.
- Methodisches und technisches zur Orthodiagraphie. *Deutsches Arch. für klin. Medizin*, 1904.
- Myra Pallard et H. Sewart.** — Respiration diaphragmatique et costale. *Journal of physiol.*, vol. XI, p. 160.

- Orion.** — Diagnostic précoce de la tuberculose, *Archives d'hygiène et de médecine légale*, mai, juin 1899.
- Pignet.** — *Equivalent numérique de l'homme.*
- Poirier.** — *Traité d'Anatomie humaine.*
— *Presse médicale*, n° 18, 7 décembre 1904.
- Robin et Binet.** — Prophylaxie de la tuberculose par la connaissance du terrain. *Bulletin général de thérapeutique*, 1901, t. 142, p. 223.
- Ruhmer et Schürmayer.** — *Röntgenapparate und deren Handheburg*, Leipzig, 1904.
- Rumpf.** — *Congrès de Berlin*, 1897. *Berliner. klin. Woch.*, 26 juillet 1897.
- Sabatier.** — Mouvement des côtes. *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1878, p. 347.
- Sagnac.** — Article in *Traité de radiologie médicale* de BOUCHARD. Paris, 1904.
- Schenck.** — La mécanique respiratoire. *Arch. f. gen. phys.*, p. 675, LXI, 1895.
- Schmidt.** — *Med. Record*, 21 juillet 1894.
- Schürmayer.** — Cf. RUHMER.
— Ein Bleischutz für Durchlenchtung u. Photographie. *Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgentechnik*. B. 1898, den Beiträge zur Röntgologie und Röntgenphotographie, München, 1903.
— Neue Gesichtspunkte in der Diagnose und Therapie der Cholelithiasis. *Allg. med. Centralzeitung*, 1904, n° 49. *Deutsche medicinal Zeitung*, 1904, n° 68, und *Berichte der Hufeland'schen Gesellschaft*, 1904, Seite, 285 ff.
- Mouvements normaux et pathologiques du Diaphragme étudiés par la radioscopie. Communication au *Congrès de Berlin*, avril 1905.
— Correspondance personnelle. Communication de photographies.
- Sewart.** — Cf. MYRA.
- Sibron.** — *Mech. of Resp. Philos. trans.*, 1846.
- Signeux.** — *Les rayons de Röntgen et le déplacement du cœur à droite dans les grands épanchements de la plèvre gauche.* Thèse de Doctorat, Paris, 1888.
- Soller.** — *Résistance du thorax*, Th. Lyon, 1882.
- Soulié.** — Article Péricarde, dans *Traité d'Anatomie* de POIRIER.
- Stein** (de Wiesbaden). — Technique du diaphragme en radiothérapie. Communication au *Congrès de Berlin*, avril, 1905.
- Stern.** — Mécanique de l'inspiration. *Allgem. Wien. med. Zeitung.*, V. 152, 1873.
- Stubbert.** — Comparative diagnosis in pulmonary tuberculosis by the Röntgen Rays. *Med. Record.*, 22 mai 1897.

- Stublert (J. Edward).** — Les rayons X comme moyen de diagnostic des maladies du poumon. *Philadelphie med. Journal*, 6 janvier 1900.
- Testut.** — *Traité d'Anatomie*.
- Thomson.** — *Lancet*, 4 septembre 1897.
- Tracy.** — *Journ. amer. medical Association*, 6 novembre 1897.
- Truc.** — Thorax normal. *Lyon médical*, 3 août 1884.
- Variot et Chicotot.** — Le diagnostic de la pneumonie franche chez l'enfant par la radioscopie. *Société médicale des hôpitaux*, séance du 2 juin 1899.
- Remarques sur la radioscopie des organes thoraciques et observations radioscopiques pour servir au diagnostic différentiel de la broncho-pneumonie et de la pneumonie franche chez les enfants. *Soc. médicale des hôpitaux*, séance du 22 décembre 1899.
- Weimberger.** — Ueber die Röntgenographie des normalen mediastinus. *Zeitschrift für Heilkunde*, 1900.
- Weisberger.** — *Indice thoracique*. Thèse de Doctorat, Paris, n° 528, 1879.
- Viault et Jolyet.** — *Traité de Physiologie*.
- Williams (Francis)** (de Boston). — Les rayons de Röntgen dans les maladies thoraciques. Communication au *Congrès des médecins américains*, 4 mai 1897. *American journal of the medical sciences*, décembre 1897.
- *The Röntgen Rays in Med. and Surgery*, 1902.
- Witzenhausen.** — Mesure de la respiration thoracique. *Münch. med. Woch.*, 10, p. 213, 1895.
- Wolkman.** — Mécanique du thorax. *Zeitscher Phys. on und Entwickel.*, I, 3 et 4, p. 145, 1875.
-

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
AVANT-PROPOS	7
INTRODUCTION.	9

PREMIÈRE PARTIE

Méthode d'examen.

CHAPITRE PREMIER. — Instrumentation et technique . . .	13
CHAPITRE II. — Examen du sujet. — Orthodiagraphie . . .	29
§ 1. — Les appareils.	29
§ 2. — Technique de l'examen. — Manuel opératoire de l'examen.	38

DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE PREMIER. — Possibilité d'étudier par la radioscopie la fonction respiratoire.	41
§ 1. — Etude de l'élasticité thoracique. — Les mouvements du thorax	42
§ 2. — Etude de l'élasticité pulmonaire. — Spirométrie.	43
§ 3. — Application de la radiographie	45
CHAPITRE II. — Etude radioscopique chez l'homme sain. .	51
A. <i>Le diaphragme</i>	51
§ 1. — Le diaphragme en place : forme et direction . . .	52
§ 2. — Le fonctionnement du diaphragme.	54
§ 3. — Motilité du diaphragme	61
§ 4. — Action normale du diaphragme sur les organes voisins	64
B. <i>Les côtes</i>	70

CHAPITRE III. — Les résultats en clinique	75
§ 1. — Avantages de la radioscopie	75
§ 2. — Son application en clinique.	77
OBSERVATIONS.	87
CONCLUSIONS	93
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE	95